

HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE DES MENSCHEN.

HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN.

FÜR AERZTE UND STUDIRENDE.

VON

A. KÖLLIKER,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE IN WÜRZBURG.



MIT 398 HOLZSCHNITTEN.

VIERTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

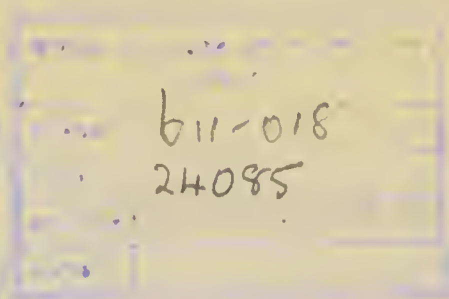
LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1863.

Das Recht der englischen und französischen Uebersetzung dieser vierten Auflage haben sich der Verfasser und der Verleger vorbehalten.





Vorrede zur vierten Auflage.

Der Fortschritt der Gewebelehre ist in den vier Jahren, die seit dem Erscheinen der dritten Auflage dieses Werkes verstrichen sind, ein so bedeutender gewesen, dass viele Abschnitte grössere oder geringere Aenderungen erfahren, ja selbst ganz umgearbeitet werden mussten. Nichtsdestoweniger ist die Grundlage des Werkes im grossen Ganzen dieselbe geblieben und habe ich mich namentlich nicht veranlasst finden können, den Versuchen von *M. Schultze, Beale* und *Brücke*, die alte *Arnold*'sche Anschauung über die Elementartheile des Organismus wieder ins Leben zu rufen, mich anzuschliessen. Wenn ich auch nicht im Geringsten erwarte, dass mein Urtheil in dieser Sache rasch eine Entscheidung herbeiführe — denn in der Histologie, der ja stets die jüngsten Forscher mit mächtigem Eifer sich zuwenden, gilt vielleicht mehr als in irgend einer andern Wissenschaft der Satz: »*In nova fert animus*« — so erlaube ich mir doch daran zu erinnern, dass ich schon seit Langem mich bemühe, gewisse Einseitigkeiten der *Schwann*'schen Darstellung der Elementartheile zu beseitigen, und daher doch wohl bis zu einem gewissen Grade berechtigt bin zu verlangen, dass meiner Auffassung Beachtung geschenkt werde. Ich habe schon in den Jahren 1843 — 1845 (s. bes. Entw. der Cephalopoden) in ausführlichen Arbeiten zu zeigen mich bemüht, dass eine grosse Abtheilung von Elementartheilen, nämlich alle bei Embryonen zuerst auftretenden Formtheilchen (die sogenannten Furchungskugeln) ursprünglich keine Umhüllungen besitzen, und diese Ansicht auch erfahrenen Forschern, wie *Reichert* und *Remak*, gegenüber stets festgehalten; auf der andern Seite bin ich aber auch durch weitere Verfolgung dieser Gebilde, im Gegensatze zu *Carl Vogt's* älteren Angaben, zur bestimmten Ueberzeugung gelangt, dass dieselben unmittelbar in die späteren wirklichen Zellen übergehen, und dass solche Zellen die wesentlichen Elemente der entwickelteren Organe und Gewebe sind. An dieser Ansicht halte ich auch jetzt noch fest, ohne darum zu behaupten, dass bei erwachsenen Geschöpfen nothwendig alle Elemente Hüllen besitzen, oder zu glauben, dass an diese Hüllen besonders wichtige Verrichtungen derselben sich knüpfen. Auch würde ich es meiner Auffassung durchaus nicht als widersprechend ansehen, wenn sich ergeben sollte, dass gewisse einfachste ein- oder mehrzellige Organismen ursprünglich oder nachträglich keine besonders ausgeprägten Hüllen zeigen.

Einzelnheiten anlangend, so führe ich namentlich Folgendes an. Im allgemeinen Theile hat besonders die Lehre vom Zelleninhalte und dann die von der Bindesubstanz eine Umgestaltung erfahren. Mit Bezug auf

letzteres lege ich namentlich Gewicht auf den in diesem Theile und in späteren Abschnitten gegebenen Nachweis der grossen Verbreitung von Netzen von Bindegewebskörperchen ohne umgebende feste Zwischensubstanz als Stützen und Träger von zarten Geweben, wie im centralen Nervensysteme, in der *Retina*, im innern Ohre, der Niere, Milz, Leber, *Thymus*, den Lymphdrüsen, Balgdrüsen u. s. w., durch welchen manche Unsicherheiten mit Bezug auf das Vorkommen und die Verbreitung der Bindesubstanz gegenüber andern Elementen beseitigt wurden, und die Möglichkeit einer Erkenntniss der wahren Entwickelung der fibrillären Grundsubstanz des Bindegewebes sich anbahnte, indem nun die Zellen, die man bisher als Bildungszellen derselben angesehen hatte, als etwas ganz anderes sich ergaben. Ausserdem wurden die elastischen Fasern auf Grund einlässlicher Beobachtungen im Sinne *H. Müller's* und *Henle's* als Zwischensubstanzgebilde nachgewiesen und die Zusammengehörigkeit aller elastischen Fasern im Knorpel- und Bindegewebe dargethan. — Neu sind in diesem Theile die Holzschnitte 21, 22, 25, 30 und 32.

Aus dem besonderen Theile erwähne ich vor Allem die §§., die von den Hautnerven, Haarbälgen, Sehnen, Muskelnerven, marklosen Nervenfasern, der Bindesubstanz im centralen Nervensysteme, der Entwickelung der Zahnsäckchen, den Nerven der Darmwand, der Milz, Niere, den Herznerven, Lymphdrüsen, der *Retina* und der Schnecke handeln, als die, die vor Allem Aenderungen erlitten und zum Theil ganz umgearbeitet wurden. Ich habe auch bei dieser Auflage nach Kräften mich bemüht, das von Andern angegebene Neue sorgfältig und unbefangen zu prüfen, und auch meinerseits etwas zum Fortschritte des Ganzen beizutragen, wovon auch die zahlreichen neuen Holzschnitte den Beweis ablegen werden, die ich noch im Einzelnen aufführe. Es sind die Figg. 56, 57 (Hautnerven), 72, 81 (Haarbälge), 101 (Muskelnerven), 117 (Sehnen), 125 (*Sharpey*'sche Fasern), 147 (Entwickelung der Knochen), 153 (marklose Nerven), 163 (Rückenmark des Ochsen), 166, 167, 168, 170 (Bindesubstanz des Markes), 179 (Gefässe des Markes), 223—227 (Entwickelung der Zahnsäckchen), 236, 237 (Nerven der Darmwand), 241, 245 (*Peyer*'sche Drüsen), 265, 267, 268, 273, 274 (Milz), 289, 290, 291 (Niere), 339, 340, 341, 342, 343 (Lymphdrüsen), 387, 388, 390, 392, 393, 395 (Schnecke).

Zum Schlusse noch die Bemerkung, dass die erste Hälfte dieses Werkes schon im Juni 1862 ausgegeben wurde, was ich mit Hinsicht auf die Benutzung der betreffenden Literatur zu beachten bitte.

Würzburg, im Februar 1863.

A. Kölliker.

Inhaltsverzeichniss.

Specielle Gewebelehre.

Seite

II. **Von den Nägeln.** S. 135—144.

III. **Von den Haaren.** S. 144—164.

IV. **Von den Drüsen der Haut.** S. 164—183.

A. Von den Schweissdrüsen.

B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

C. Von den Talgdrüsen.

Vom Muskelsysteme. S. 183—218.

Nachweis zu den Holzschnitten.

EINLEITUNG.

§. 1.

Die Lehre von dem feineren Baue der Pflanzen und Thiere ist eine Frucht der letzten zwei Jahrhunderte und beginnt mit *Marcellus Malpighi* (1628—1694) und *Anton v. Leeuwenhoek* (1632—1723) in der Zeit, in welcher zum ersten Male den Forschern stärkere Vergrösserungsgläser, wenn auch noch in sehr einfacher Form, an die Hand gegeben wurden. Alterthum und Mittelalter wussten von den letzten Formbestandtheilen der Organismen nichts, denn wenn auch schon *Aristoteles* und *Galen* von gleichartigen und ungleichartigen Theilen (*partes similares et dissimilares*) des Körpers reden und *Fallopia* (1523—1562) den Begriff »Gewebe« noch bestimmter erfasst und selbst eine Eintheilung derselben versucht hat (*Tractatus quinque de partibus similaribus* in *Oper. Tom. II. Francof.* 1600), so waren doch auch diesen Forschern die feinen Verhältnisse durchaus verborgen geblieben. So glänzend nun auch die ersten Schritte der jungen Wissenschaft an der Hand der genannten Männer, dann eines *Ruysch, Swammerdam* u. A. waren, so vermochten dieselben doch nicht, ihr eine gesicherte Stellung zu verschaffen, indem die Gelehrten einerseits der mikroskopischen Forschung noch viel zu wenig mächtig waren, als dass sie gleich mit Bewusstsein dem richtigen Ziele hätten nachstreben können, andrerseits aber auch zu sehr durch die Ausbildung anderer Disciplinen, wie der gröbern Anatomie, Physiologie, Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie in Anspruch genommen wurden. So kam es, dass, einige vereinzelte und nur zum Theil bedeutungsvolle Erscheinungen (*Fontana, Muys, Lieberkühn, Hewson, Prochaska*) abgerechnet, die Gewebelehre im ganzen 18. Jahrhunderte keinen erheblichen Fortschritt machte und namentlich nicht über die Bedeutung einer unzusammenhängenden Sammlung von Einzel-Erfahrungen hinaus kam. Erst im Jahre 1801 sollte dieselbe den andern anatomischen Wissenschaften ebenbürtig an die Seite sich reihen durch den Geist eines Mannes, dem die Histiologie zwar keine grössern Entdeckungen verdankt, der aber, wie keiner vor ihm, es verstand, das vorhandene Material so zu ordnen und zur Physiologie und Medicin in Beziehung zu bringen, dass dasselbe für alle Zukunft Selbständigkeit sich erwarb. In der That ist *F. X. Bichat's Anatomie générale, Paris* 1801 die erste wissenschaftliche Bearbeitung der Gewebelehre und für dieselbe

schon desswegen von Wichtigkeit; ausserdem erlangte dieselbe auch noch dadurch eine grosse Bedeutung, dass in ihr die Gewebe nicht nur von ihrer morphologischen Seite scharf aufgefasst und möglichst vollständig behandelt sind, sondern auch in ihren physiologischen Functionen und krankhaften Verhältnissen ausführlich erörtert werden. Zu diesem grossen innern Fortschritte kamen dann auch die in diesem Jahrhunderte immer weiter gedeihenden Verbesserungen der äussern Hülfsmittel, der Mikroskope, und ein je länger je mehr zunehmender Eifer für Naturforschung hinzu, so dass es nicht zum Verwundern ist, dass die Histiologie in den sechs Jahrzehnten desselben alles das weit hinter sich liess, was in den anderthalb Jahrhunderten ihres ersten Bestehens geschehen war. Namentlich von den 30ger Jahren an folgten sich die Entdeckungen so Schlag auf Schlag, dass es als ein wahres Glück zu betrachten ist, dass dieselben zugleich auch in einen solchen Zusammenhang kamen, dass die mikroskopische Anatomie der Gefahr entging, wie in früheren Zeiten in Einzelnheiten sich zu verlieren. Es wurde nämlich durch den i. J. 1838 von *C. Th. Schwann* gelieferten Nachweis der ursprünglich ganz gleichartigen Zusammensetzung der thierischen Organismen aus Zellen und der Entstehung ihrer höhern Formgebilde aus diesen Elementen der leitende Gedanke gegeben, der alle bisherigen Erfahrungen verband und auch für die ferneren Bestrebungen als maassgebend sich erwies. Wenn *Bichat* die Histiologie durch die Aufstellung einer einheitlichen Grundlage und die scharfe Durchführung derselben mehr im Allgemeinen begründete, so hat *Schwann* durch seine Untersuchungen dieselbe im Einzelnen gesichert und sich so den zweiten Lorbeer in diesem Felde errungen. Was die Wissenschaft seit *Schwann* bis auf unsere Tage noch leistete, war zwar von der grössten Bedeutung für die Physiologie und Medicin und zum Theil auch vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus von hohem Werth, insofern als manches von *Schwann* nur Angedeutete oder kurz Besprochene, wie die Genese der Zelle, die Bedeutung des Zellenkernes, die Entwickelung der höhern Gewebe, die chemischen Verhältnisse derselben u. s. w., weiter fortgebildet wurde, allein alles dieses war doch nicht der Art, dass es um einen namhaften Schritt weiter, zu einem neuen Abschnitte geführt hätte. Dieser Stand der Gewebelehre wird so lange dauern, als es nicht gelingt, um ein Wesentliches weiter in die Tiefe des Baues der lebenden Wesen zu schauen und auch die Elemente zu erfassen, aus denen das, was wir jetzt noch für einfach halten, zusammengesetzt ist. Sollte es aber je möglich werden, auch die Molecüle zu entdecken, welche die Zellmembranen, die Muskelfibrillen, die Axenfasern der Nerven u. s. w. bilden und die Gesetze ihrer Aneinanderlegung und Veränderungen bei der Entstehung, dem Wachsthume und der Thätigkeit der jetzigen sogenannten Elementartheile zu ergründen, dann würde auch für die Histiologie eine neue Zeit beginnen und der Entdecker des Gesetzes der Zellengenese oder einer Moleculartheorie ebenso oder noch gefeierter werden als der Urheber der Lehre von der Zusammensetzung aller thierischen Gewebe aus Zellen.

§. 2.

Soll der jetzige Standpunkt der Gewebelehre und ihre Aufgabe etwas genauer bezeichnet werden, so ist vor Allem nicht aus den Augen zu

verlieren, dass dieselbe eigentlich nur die Betrachtung Einer der drei Seiten, welche an den Elementartheilen des Körpers eben so gut wie an den Organen zur Berücksichtigung kommen, nämlich der Form, sich zur Aufgabe setzt. Nur die mikroskopischen Formen aufzufassen und die Gesetze ihres Baues und ihrer Bildung zu ergründen ist das, worauf die mikroskopische Anatomie ausgeht, nicht aber eine Lehre von den Elementartheilen überhaupt zu sein. Mischung und Verrichtung derselben kommen daher eigentlich nur insoweit in Frage, als es sich handelt, ihre Beziehung zur Entstehung der Formen und ihrer Mannichfaltigkeit aufzufinden. Alles was sonst von der Thätigkeit der fertigen Elemente und von ihren chemischen Verhältnissen in der Gewebelehre sich findet, ist entweder da, um eine Nutzanwendung der morphologischen Verhältnisse oder eine Ergänzung derselben zu geben, oder wird nur so lange als nahe verwandt mitgeführt, als die Physiologie den Verrichtungen der Elementartheile nicht die gebührende Stelle einräumt.

Wenn die Gewebelehre zur Stufe einer Wissenschaft sich erheben will, so erscheint es als ihre erste Aufgabe, eine möglichst breite und gesicherte thatsächliche Grundlage zu gewinnen. Zu diesem Ende sind die feineren Formverhältnisse der thierischen Organismen nach allen Seiten zu ergründen und zwar nicht nur bei den erwachsenen Geschöpfen, sondern auch in allen früheren Perioden von der ersten Entwickelung an. Sind die Formelemente vollständig erkannt, so ist dann das weitere Ziel den Gesetzen nachzuspüren, nach denen sie entstanden, sich weiter bildeten und schliesslich zu ihrer bleibenden Form gelangten, wobei man nicht wird umhin können, auch ihre Mischungsverhältnisse und ihre Verrichtungen ins Auge zu fassen. Um diese Gesetze zu finden, wird, wie bei Erfahrungswissenschaften überhaupt, aus der Gesammtsumme der einzelnen Thatsachen und Erscheinungen durch fortgesetzte Beobachtungen immer mehr das Zufällige von dem immer Vorhandenen, das Unwesentliche von dem Wesentlichen geschieden, bis nach und nach eine Reihe allgemeiner und allgemeinster Erfahrungssätze sich ergeben, für welche dann schliesslich mathematische Ausdrücke oder Formeln sich ableiten lassen werden, womit dann eben die Gesetze gefunden sind.

Frägt man wie die Histiologie diesen Anforderungen entspricht und welche Aussichten sie für die nächste Zukunft hat, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Nicht nur besitzt dieselbe auch nicht ein einziges Gesetz, sondern es ist auch der Stoff, aus dem dieselben abgeleitet werden sollen, noch verhältnissmässig so dürftig, dass nicht einmal eine grössere Zahl von allgemeineren Sätzen gesichert erscheint. Um von einer vollständigen Kenntniss der feineren Zusammensetzung der Thiere überhaupt gar nicht zu reden, so kennen wir nicht einmal von irgend einem Geschöpfe den Bau durch und durch, selbst vom Menschen nicht, der doch schon so oft Gegenstand der Forschung war, und daher ist es eben auch bisher nicht möglich gewesen, die Wissenschaft wesentlich ihrem Ziele näher zu bringen. Es wäre jedoch ungerecht, das zu verkennen und schmälern zu wollen, was wir besitzen, und darf immerhin ausgesprochen werden, dass schon jetzt ein reicher Schatz von Thatsachen und auch einige werthvollere allgemeine Sätze gewonnen sind. Um von den erstern nur das Wichtigste anzudeuten, mag erwähnt werden, dass wir einmal von den fertigen Elementartheilen der höhern Ge-

schöpfe eine sehr befriedigende Kenntniss haben und auch von ihrer Entwickelung ganz genügend unterrichtet sind. Weniger erforscht ist die Art und Weise, wie dieselben zu den Organen sich vereinen, doch ist auch in diesem Theile in der neuern Zeit viel geschehen, namentlich beim Menschen, dessen einzelne Organe mit Ausnahme des Nervensystemes, der höhern Sinnesorgane und einiger Drüsen (Milz, Leber) nahe bis zum Abschlusse erforscht sind. Wenn hier die Leistungen in derselben Weise sich folgen wie bisher, so wird in nicht allzu ferner Zeit der Bau des menschlichen Körpers so klar vorliegen, dass mit den uns jetzt zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, ausser etwa im Nervensysteme, nichts Wesentliches mehr zu leisten sein wird. Anders steht es mit der vergleichenden Histiologie, mit der man kaum begonnen hat und die auch in Anbetracht der Masse des Stoffes nicht Jahre, sondern Jahrzehnte zur Bewältigung brauchen wird. Wer hier etwas Erspriessliches leisten will, der muss durch Untersuchung der wichtigsten Formen, die den Gesammtbau derselben von der ersten Entwickelung an umfassen, sich eine Uebersicht über alle Abtheilungen der Thiere verschaffen und dann an der Hand des oben bezeichneten Verfahrens die Gesetze zu entwickeln suchen.

Was die allgemeinen Sätze der Histiologie anlangt, so ist die Wissenschaft seit *Schwann* in manchen Beziehungen fortgeschritten, immerhin bleiben *Schwann's* Lehren in ihren Grundzügen gesichert. Die Behauptung, dass alle höhern Thiere einmal ganz und gar aus Zellen bestehen und ihre höhern Elementartheile aus solchen entwickeln, steht fest, wenn auch dieselbe nicht so aufzufassen ist, als ob nun gerade Zellen oder ihre Derivata die einzigen möglichen oder vorhandenen Elemente der Thiere seien. Ebenso sind *Schwann's* Auffassungen der Genese der Zellen, wenn auch bedeutend umgestaltet und erweitert, doch in sofern stehen geblieben, als immer noch der Zellenkern als der Hauptfactor der Zellenbildung und Zellenvermehrung dasteht. Am wenigsten weit vorgeschritten sind wir mit Bezug auf die Gesetze, die bei der Entstehung der Zellen und der höhern Elemente obwalten, und ebenso müssen unsere Kenntnisse über die elementären Vorgänge bei der Bildung der Organe noch als sehr mangelhaft bezeichnet werden. Doch ist der richtige Weg zur Aufhellung auch dieser Punkte betreten und wird sicherlich dort eine genaue Erforschung der chemischen Verhältnisse der Elementartheile und ihrer Molecularkräfte im Sinne der Untersuchungen von *Donders, du Bois, Ludwig* u. A. zusammen mit einer immer tiefer dringenden mikroskopischen Analyse derselben, wie sie namentlich bei den Nervenröhren und Muskelfasern sich geltend gemacht, und hier eine histiologische Behandlung der Entwickelungsgeschichte, wie sie von *Reichert, Vogt,* mir und *Remak* versucht worden ist, den Schleier immer mehr lüften und dem, wenn auch nie ganz zu erreichenden Ziele doch Schritt für Schritt stets näher führen.

Als wichtigste Erwerbungen, die seit *Schwann* in allgemeiner Beziehung gemacht worden sind, möchten folgende zu bezeichnen sein: 1) Der durch *Reichert* angebahnte und durch *Virchow* zur Vollendung gediehene Nachweis der Zusammengehörigkeit von Bindegewebe, elastischem Gewebe, Knorpel und Knochen oder die Aufstellung der Gruppe der Bindesubstanz. 2) Der durch die embryologischen Forschungen von *Reichert,* mir

und *Remak* und die pathologischen Untersuchungen von *Virchow* gegebene Beweis, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, vielmehr alle Zellen in Abhängigkeit von einander sich entwickeln. 3) Die Einführung der Lehre von dem Primordialschlauch und den secundären Zellmembranen in die thierische Histiologie durch *Virchow*, *Remak* und mich und der von mir gelieferte Nachweis der grossen Verbreitung secundärer Zellenausscheidungen. 4) Endlich die Entdeckung eines complicirten (porösen) Baues vieler Zellmembranen durch mich.

§. 3.

Die Hülfsmittel zum Studium der Gewebelehre können hier nur kurz angeführt werden. Was die Literatur anlangt, so sind die wichtigeren monographischen Arbeiten bei den einzelnen Abschnitten angegeben, und werden daher hier nur die grössern selbständigen Werke aufgeführt. Billig stellt man *Schwann's* Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, im Auszug in *Fror.* Notizen 1838, oben an, als die passendste Einleitung in die Gewebelehre. Ausserdem sind zu nennen *X. Bichat Anatomie générale. Tom. IV. Paris* 1801, übersetzt von *Pfaff.* Leipzig 1805; *E. H. Weber* Handbuch der Anatomie des Menschen von *Hildebrandt.* Bd. 1, allgemeine Anatomie. Braunschw. 1830, ein für die damalige Zeit ausgezeichnetes und auch jetzt noch an und für sich und als Fundgrube für die ältere Literatur unumgänglich nöthiges Werk; *Bruns* Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841, sehr klar, bündig und gut; *Henle* Allgemeine Anatomie, Leipzig 1841, mit klassischer Darstellung des Zustandes der Lehre von den Elementartheilen im Jahre 1840, vielen eigenen Angaben und physiologischen, pathologischen und historischen Bemerkungen; *G. Valentin*, Artikel »Gewebe« in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 1. 1842; *R. B. Todd* und *W. Bowman the physiological anatomy and physiology of man. Volum. I. a. II. London* 1845—56, grösstentheils auf eigene Untersuchungen basirt, sehr fasslich und gut; *Quain's Anatomy, 6. Ed., edited by W. Sharpey and G. Ellis. London* 1856, mit kurzer aber vortrefflicher Darstellung der allgemeinen Gewebelehre durch *Sharpey. Bendz Haandbog i den almindelige Anatomie. Kiöbenhavn* 1846 u. 47, mit fleissigen historischen Uebersichten; *A. Kölliker* Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 2. Band, specielle Gewebelehre, in zwei Hälften. Leipzig 1850—54, mit möglichst vollständiger Darstellung des feineren Baues der Organe und Systeme des Menschen; *Gerlach*, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. Mainz 1854; *Harting Het Mikroskoop,* Band IV. *p.* 159—315. Tab. III; *Schlossberger,* Erster Versuch einer allg. und vergl. Thierchemie, Leipzig 1856—57; *Leydig,* Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, Frankfurt 1857; *H. Frey,* Histologie und Histochemie des Menschen, mit 388 Holzschn. Leipzig 1859; *C. Morel, Précis d'Histologie humaine. Dessins d'après nature par A. Villemain, Paris* 1860; *J. Leidy, an elementary treatise on human anatomy, Philad.* 1861.

Dann sind noch zu vergleichen die Jahresberichte von *Henle* in *Canstatt's* Jahresbericht und seit 1856 in der Zeitschrift für rationelle Medicin, die von *Reichert* in *Müller's* Archiv, und die von *Th. v. Hessling* in *Canstatt's* Jahresbericht von 1857 an.

Die pathologische Gewebelehre, die für den, der in der normalen

Histiologie einen allgemeinen Standpunkt einnehmen will, unumgänglich nöthig ist, hat nur wenige umfassende Bearbeitungen aufzuweisen. Ich nenne *J. Müller*, Ueber den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Berlin 1838; *J. Vogel, Icones histiologiae pathologicae. Lips.* 1842; *Günsburg*, Die path. Gewebelehre. 2 Bände. Leipzig 1845—48; *Lebert, Physiologie pathologique.* 2 *Vol. Paris* 1845; *J. Wedl*, Grundzüge der path. Histiologie. Wien 1853; *A. Förster*, Allg. path. Anatomie, 1855; Atlas der mikroskopischen path. Anatomie, 1854, und Lehrb. d. path. Anatomie. 5. Aufl. Jena 1860; *R. Virchow*, Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Mit 144 Holzschn. Berlin 1858. 3. Aufl. 1862. Ausserdem sind von der grössten Wichtigkeit die Aufsätze von *R. Virchow* in seinem Archiv, in den Würzburger Verhandlungen und in seinen »Gesammelten Abhandlungen«, Frankfurt 1856, dem von allen lebenden path. Anatomen die reichsten Erfahrungen in der Histiologie zu Gebote stehen; ferner die kleineren Abhandlungen von *Förster* (*Virch.* Arch. u. Würzb. med. Zeitschr.), *Billroth* (bes. die Beitr. z. path. Histologie, Berlin 1858) und *H. Meckel* (Mikrogeologie 1856), denen die Arbeiten mehrerer jüngern Autoren, wie *His, O. Weber, E. Wagner* u. A. rühmlich sich anreihen.

Brauchbare Abbildungen finden sich in allen oben citirten Werken, mit Ausnahme derer von *Bichat*, *Weber* und *Bruns*, ferner sind die Abbildungen von Injectionen in *Berres* »Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers«, Heft 1—12, Wien 1836—42, grösstentheils gelungen, ebenso die Darstellungen der Gewebe und Organe in »*R. Wagner's Icones physiologicae*«, 2. Ausgabe, besorgt von *A. Ecker*, ausgezeichnet. Mittelmässig sind die Abbildungen von *C. J. M. Langenbeck* mikroskopisch-anatomische Abbildungen, Lief. 1—4, Göttingen 1846—51; *Donné, Cours de Microscopie, Paris* 1844, *avec atlas*; *A. H. Hassall, The microscopic anatomy of the human body, London* 1846—49 und *Mandl, Anatomie microscopique, Paris* 1838—57; dagegen ganz brav die von *Queckett, Catalogue of the histological series in the royal college of surgeons of England. Vol. I. London* 1850. *Vol. II.* 1855. Sehr gut ist *Funke's* Atlas zu *Lehmann's* physiologischer Chemie, 2. Aufl. Leipzig 1858. Ferner ist zu nennen *Th. v. Hessling* und *J. Kollman*, Atlas der allgemeinen thierischen Gewebelehre. Nach der Natur photographirt. Erste Lief. 11 Taf. Leipzig 1861. Zweite Lief. 17 Taf. 1862.

Was Mikroskope anlangt, so will ich meine Meinung dahin abgeben, dass von den leichter zugängigen die von *Plössl, Hartnack (Oberhäuser), Nachet* und *Schiek* in erster Linie stehen. In Italien verfertigen *Amici*, in England *Ross, Powell, Smith and Beck* u. A. Instrumente, die den genannten ganz die Waage halten, aber für Deutschland nicht weiter in Frage kommen können. In kleinen wohlfeilen, jedoch noch ausgezeichnet brauchbaren Mikroskopen für Studirende und Aerzte zu 115—150 Fr. leisten *Hartnack (Place Dauphine* 19*)* und *Nachet (Rue Serpente* 16*)* in Paris das Beste. Auch die kleinen *Schiek* für 40 Thlr. und die *Plössl* zu 70—100 Fl. wären sehr dienlich, wenn diese Optiker dieselbe Productivität entwickelten wie die Pariser. Die Mikroskope von dem leider zu früh verstorbenen *Kellner* in Wetzlar sind ausgezeichnet und auch die von seinem Nachfolger *Belthle* sehr gut. Wegen des Gebrauches des Mikroskopes verweise ich auf *J. Vogel*,

Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Leipzig 1841; *H. v. Mohl*, Mikrographie, Tübingen 1846; *Harting, het Mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht* 1848—54, 4 *Thle.*, ins Deutsche übersetzt von *F. W. Theile*, Braunschweig 1859; *Purkyně*, Artikel »Mikroskop« in *Wagner's* Handwörterb. der Physiol., Bd. 2. 1844, in welchen Werken, sowie in den Schriften von *Queckett, a practical treatise on the use of the Microscope, Lond.* 1848, übers. von *Hartmann*, Weimar 1850; *Robin, du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathol. Paris* 1848 und *Lionel Beale, The microscope and its application for clinical medecine, London* 1854, auch die Zubereitung der mikroskopischen Objecte zum Theil sehr ausführlich besprochen ist. Sehr empfehlenswerthe Schriften sind auch: *Hannover*. das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch, aus dem Dänischen übers. und mit Zusätzen versehen von *O. Funke*, Leipzig 1854; *H. Schacht*, das Mikroskop und seine Anwendung besonders für Pflanzenanatomie. 3. Aufl. Berlin 1862, von der übrigens jetzt (Dec. 1861) erst ein Heft erschienen ist; endlich *G. Valentin*, die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte. Leipzig 1861.

Mikroskopische Präparate sind käuflich zu haben bei Prof. *Hyrtl* in Wien (auch im Tausch gegen seltene Thiere), beim mikroskopischen Institute in Wabern bei Bern oder bei *Schäffer u. Co.* in Magdeburg, bei *Topping (4 New Winchester Str., Pentonville), Smith and Beck (6 Coleman Str., City), Norman (14 Fountainplace, City road), Pillischer (88 New Bond Str.), Hett* u. A. in London, und bei *Bourgoigne fils (Rue de Rennes 9 près du Luxembourg)* in Paris. Die grössten Privat- und öffentlichen Sammlungen mikroskopischer Präparate finden sich in Wien bei *Hyrtl* (Injectionen), und bei *Lenhossek* (centrales Nervensystem), in Utrecht bei *Harting* und *Schröder v. d. Kolk* (Injectionen, Schliffe, Muskeln, Nerven), in London im *College of surgeons* (thierische und pflanzliche Gewebe aller Art), bei *Tomes* (Zahn- und Knochenschliffe), *Carpenter* (Hartgebilde niederer Thiere), *Lockhart Clarke* (centrales Nervensystem), *L. Beale* (Injectionen, bes. Leber), *A. Farre* (Eihäute, Placenten), *Bowerbank (Spongien)*, in Manchester bei *Williamson* (Zähne und Knochen, bes. von *Ganoiden* und *Sauriern)*, in Russland bei *Jacubowitsch* und *Owsjannikow* (centrales Nervensystem), in der Schweiz bei *Goll* in Zürich (centrales Nervensystem), bei *H. Frey* (Injectionen), bei *His* in Basel (Injectionen). In Deutschland finden sich meines Wissens ausser bei *Hyrtl* solche Sammlungen in Giessen bei *Leuckart*, in Halle bei *Welcker*, in Erlangen bei *Gerlach* und *Thiersch* (Injectionen), in Cassel bei *Stilling* (centrales Nervensystem), in Frankfurt beim mikr. Verein, in Bonn bei *M. Schultze* und in Würzburg bei *H. Müller* (Augen), bei *Förster* (pathologische Gegenstände), im physiologischen Institute (bes. Injectionen und Hartgebilde von Thieren) und bei mir (Hartgebilde von lebenden und fossilen Thieren, embryologische Präparate).

Allgemeine Gewebelehre.

I. Von den Elementartheilen.

§. 4.

Untersucht man die festen und flüssigen Bestandtheile des menschlichen Körpers mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen, so zeigt sich, dass die mit blossem Auge sichtbaren kleinsten Theile derselben, wie Körner, Fasern, Röhren, Häute, noch nicht die letzten Formbestandtheile sind, dass vielmehr alle neben einer überall verbreiteten ganz flüssigen oder halbweichen, oder selbst festen, gleichartigen Zwischensubstanz noch kleine Formtheilchen enthalten, die nach den Organen verschieden sind und in gleichen Organen immer in gleicher Weise wiederkehren. Diese sogenannten Elementartheile sind mannichfacher Art, doch ergibt eine genauere Erforschung vor Allem ihrer Entwickelung, dass die bei weitem überwiegende Mehrzahl derselben auf eine einfache Grundform, die bläschenförmigen Zellen, zurückzuführen ist, welche nicht nur als der Ausgangspunkt eines jeden pflanzlichen und thierischen Körpers erscheinen, sondern auch, entweder als solche oder nach Eingehung verschiedenartiger Umwandlungen, den vollendeten thierischen Leib zusammensetzen und in den einfachsten pflanzlichen und thierischen Bildungen (einzelligen Thieren und Pflanzen) sogar Selbständigkeit besitzen. Verglichen mit den Zellen und ihren Abkömmlingen sind die andern noch vorkommenden Elementarformen, nämlich die in den Zwischensubstanzen enthaltenen Krystalle, Körner, Bläschen und Fasern von geringerer Bedeutung und kann von einer besondern Betrachtung derselben um so eher Umgang genommen werden, als viele derselben (Körner und Bläschen der Drüsensäfte, Samenfäden) von zu Grunde gegangenen Zellen abstammen und bei den andern (Fibrillen des Bindegewebes, elastische Fasern, Fasern der Grundsubstanz gewisser Knorpel und Knochen, Fasern der Cuticularbildungen) wenigstens die Zwischensubstanzen, die sie enthalten, ihrer Entwickelung zufolge in dem innigsten Zusammenhange mit Zellen stehen. Ausserdem ist auch bei den letztgenannten Formen, obschon ihre Betheiligung an der Bildung der Gewebe zum Theil nicht ohne Belang erscheint, doch ihre physiologische Bedeutung eine mehr untergeordnete, wogegen die Körner und Bläschen allerdings insofern eine grössere Wichtigkeit besitzen, als sie fast alle auch im Innern der Zellen sich finden und in mannichfacher und zum Theil bedeutungsvoller Weise in den Lebensprocess derselben eingreifen.

Die Zellen und ihre Abkömmlinge lassen sich am passendsten in zwei Abtheilungen scheiden, die wir als einfache und höhere Elementartheile bezeichnen. Zu den ersten rechnen wir alle selbständig und für sich bestehenden Zellen, zu den letztern jene Formen, die durch Verschmelzung von Zellen entstehen. Es darf jedoch nicht verkannt werden, dass eine scharfe Scheidung zwischen diesen beiden Abtheilungen nicht besteht, insofern als in gewissen Fällen (quergestreifte Muskelfasern) die Zellen so weitgehende Veränderungen erleiden, dass sie wenigstens physiologisch und zum Theil auch anatomisch ganze Zellenreihen vertreten, während dieselben in andern Fällen (Netze der Saftzellen, Pigmentzellen u. a. m.), obschon mit einander verbunden, doch ihre Selbständigkeit fast vollständig bewahren. Die gegebene Eintheilung hat daher vorzüglich den Zweck, die Darstellung der zahlreichen Formen der Elementartheile möglichst zu erleichtern.

So lange die Ansicht von *Schwann* und *Schleiden* Geltung hatte, dass die Zellen frei in den flüssigen Zwischensubstanzen des Körpers sich bilden, konnte die Gewebelehre nicht anders als diesen Zwischensubstanzen und den in ihnen vorkommenden Formen (Körner, Bläschen, scheinbar freie Kerne) gehörig Rechnung tragen und musste es selbst als zweckmässig erscheinen, diese Gebilde zum Ausgangspunkte der ganzen Darstellung zu wählen, wie es in den ersten zwei Auflagen geschehen ist. Nun aber gezeigt ist, dass eine solche Zellenbildung nicht vorkömmt, vielmehr der Organismus in ununterbrochener Folge der Formen aus der Eizelle sich aufbaut, treten die Zwischensubstanzen mehr in den Hintergrund und ist es das naturgemässeste die Zelle zum Mittelpunkte der Schilderung der Elementartheile zu machen.

A. Einfache Elementartheile.

§. 5.

Von den niederen Elementartheilen des ausgebildeten Organismus bestehen sehr viele aus einfachen bläschenförmigen Zellen, welche den ursprünglichen Charakter, den sie zur Zeit der embryonalen Entwickelung hatten, in nichts Wesentlichem aufgegeben haben, obschon sie allerdings oft durch Grösse, Form und chemische Zusammensetzung sich auszeichnen. Ein anderer Theil dagegen begreift Zellen in sich, die im Laufe der Zeit mannichfache Umänderungen erlitten und in Folge dieser zu Gebilden sich umgewandelt haben, bei denen es, wegen ihrer oft bedeutenden Grösse und ihres eigenthümlichen Baues, nicht immer leicht ist, ihre wirkliche Herkunft und Bedeutung zu erkennen. Wir werden nun im Folgenden zuerst ausführlich von den einfachen Zellen des fertigen Organismus handeln und bei dieser Gelegenheit auch alles Wichtige beibringen, was sich auf diese Elemente überhaupt bezieht, in zweiter Linie sollen dann auch die umgewandelten Zellen jedoch mehr nur in Kürze zur Besprechung kommen, da eine weitere Würdigung dieser Gebilde bei den Geweben folgen wird.

1. Von den einfachen Zellen.

§. 6.

Die Zellen, *cellulae,* auch Elementarzellen oder Kernzellen genannt, sind vollkommen geschlossene Bläschen von 0,005—0,01‴ ($^{1}/_{200}$—$^{1}/_{100}$‴)

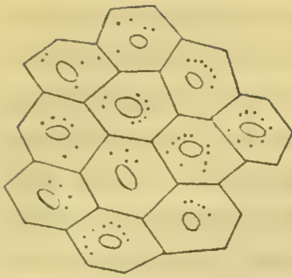


Fig. 1.

mittlerer Grösse, an denen eine besondere Hülle, die Zellhülle oder Zellmembran, und ein Inhalt zu unterscheiden sind. Der letztere besteht aus einer eigenthümlichen meist zähen Flüssigkeit, häufig auch aus geformten Theilchen dieser oder jener Art und enthält ausserdem einen besondern rundlichen Körper, den Zellenkern, *Nucleus*, der wiederum Flüssigkeit und ein noch kleineres Körperchen, das Kernchen oder Kernkörperchen, *Nucleolus*, in seinem Innern führt. Diese Zellen nun, die als mit besonderen Verrichtungen begabt und der Stoffaufnahme und Verarbeitung, des Wachsthumes und der Vermehrung fähig zu denken sind, müssen als die wesentlichen Formeinheiten des Körpers aufgefasst werden, insofern als jedes Thier ursprünglich aus Einer Zelle (dem Ei) besteht und alle mehrzelligen höheren Geschöpfe in unmittelbarer Formfolge aus der ersten Eizelle alle ihre spätern Elementartheile ableiten, mögen dieselben auch noch so zusammengesetzt sein. Allein nicht blos vom anatomischen, auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus erscheinen die Zellen als die wahren und ursprünglichen Einheiten der organischen Natur und wird jede wissenschaftliche Darstellung der Lebensvorgänge von ihnen auszugehen haben.

Ueber den Begriff der Zelle sind die Anatomen von jeher nicht ganz derselben Ansicht gewesen und hat besonders die Zellenhülle zu verschiedenen Auffassungen Veranlassung gegeben. Während nämlich diese Hülle von der grossen Mehrzahl der Forscher als etwas wesentlich zum Begriffe der Zelle gehöriges angesehen wird, haben andere dieselbe als mehr untergeordnet und von geringerem Belange bezeichnet oder ihr Vorkommen selbst ganz geläugnet. Der ältere Versuch *Arnold's*, die Elementartheile des Körpers alle als hüllenlose Klümpchen darzustellen, war ohne nennenswerthe Wirkung, dagegen erregte die von *Bergmann*, *Bischoff* und mir gegen *Reichert* aufgestellte Behauptung, dass die Furchungskugeln des sich entwickelnden Eies keine Hüllen besitzen, einen langwierigen immer noch nicht geschlichteten Streit, der aber mit Bezug auf die allgemeine Frage nach der Natur der Zelle keine weitergehende Bedeutung hat, da es sich hier nur um junge in der Entwickelung begriffene Elemente im Innern von Mutterzellen handelt. — Von ganz anderer Tragweite sind die neuesten Behauptungen und Darstellungen *M. Schultze's*, der (l. i. c.) die Zelle als »ein Klümpchen Protoplasma (Zelleninhalt), in dessen Innerem ein Kern liegt« bezeichnet und nur noch hinzusetzt, dass der Kern sowohl als das Protoplasma Theilproducte der gleichen Bestandtheile einer anderen Zelle seien. *Schultze* stützt sich bei dieser Behauptung vor Allem auf die Embryonalzellen, die er als das wahre Urbild der Zellen betrachtet, und von denen er behauptet, dass sie keine Hüllen besitzen. Ferner stellt *Schultze* den Satz auf, dass nur Zellen ohne Hülle als Ganze durch Theilung sich vervielfältigen so wie, dass die Bildung einer Hülle an der Oberfläche des Protoplasma eher ein Zeichen beginnenden Rückschrittes sei, so dass man die Behauptung vertheidigen könnte, die Zellmembran gehöre so wenig zum Begriff der Zelle, dass sie sogar als Zeichen herannahender Decrepidität oder doch wenigstens eines Stadiums zu betrachten sei, auf welchem die Zelle in den ihr ursprünglich zukommenden Lebensthätigkeiten bereits eine bedeutende Einschränkung erlitten habe. Bei so gestalteten Anschauungen ist es dann allerdings nicht zum Verwundern, dass *Schultze* so weit kommt zu behaupten, dass die Kerne der quergestreiften Muskelfasern sammt der wenigen sie umgebenden interfibrillären Zwischensubstanz auch Zellen seien!

Fig. 1. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, noch weich wie Epithelium. 350mal vergr.

Bei dem Ansehen, in welchem *M. Schultze* als Mikroskopiker mit vollem Rechte steht, wird es nöthig, so weit gehenden Behauptungen mit aller Entschiedenheit entgegenzutreten und will ich hier denselben in Kürze folgendes entgegenhalten. Ohne die Uebereinstimmung der Thiere und Pflanzen im Bau zu betonen und hervorzuheben, dass bei den letztern, wie auch *Schultze* zugeben muss, wirkliche Zellen mit Hüllen als so zu sagen alleinige Vermittler der Lebensvorgänge sich finden, mache ich auf nachstehendes aufmerksam. 1) Es ist ganz und gar unrichtig, dass die embryonalen Zellen keine Hüllen haben. Wenn auch bei den Furchungsabschnitten, wie längst Andere hervorgehoben haben, das Vorkommen von Hüllen im höchsten Grade zweifelhaft und sicher nicht bestimmt nachgewiesen ist, so unterliegt es doch nicht dem geringsten Zweifel, dass, sobald die Entwickelung nur etwas vorgeschritten ist, die Embryonen aus wirklichen mit Hüllen versehenen Zellen bestehen. Bei den Säugethieren zeigt schon die Keimblase ächte Zellen, und von da an finden sich dieselben in allen Geweben und Organen der Embryonen ohne Ausnahme. Die Beispiele, die *Schultze* von hüllenlosen Zellen aus embryonalen Geweben, wie dem Bindegewebe, in Uebereinstimmung mit *Henle* und *A. Baur* beibringt, sind nicht stichhaltig, vielmehr ergibt eine genaue Untersuchung dieses Gewebes, dass dasselbe überall ächte Zellen, die Bindegewebskörperchen, enthält. Bei den Vogelembryonen sind ächte Zellen schon am ersten Tage der Bebrütung und vom Augenblicke der Blutbildung an an den meisten Stellen, am schönsten im Horn- und Darmdrüsenblatte und der Chorda, aber auch im mittleren Keimblatte nachzuweisen. Zugleich mit der Blutbildung und zum Theil schon früher treten dieselben auch bei Fröschen auf, bei denen man sie bald in keinem Theile vermisst. Bei allen Embryonen sind die Zellenhüllen ohne Anwendung besonderer Reagentien schon bei Zusatz von Wasser und verdünnter Chromsäure nachweisbar und ist meinen Erfahrungen zufolge über ihre Anwesenheit ein Streit kaum zulässig.

2) Wenn es wahr ist, dass die embryonalen Elemente so früh als wahre Zellen mit Hüllen auftreten, so fällt auch der andere Satz von *Schultze*, dass Zellen mit Hüllen sich nie durch einfache Theilung als Ganze vermehren, denn das unterliegt ja auch nach *Schultze* keinem Zweifel, dass die grosse Mehrzahl der embryonalen Elemente sich durch einfache Theilung vervielfältigt. Zum Ueberflusse will ich aber *Schultze* noch an die rothen Blutzellen von Embryonen und die farblosen Zellen der Lymphe und der folliculären Drüsen erinnern, bei denen die einfache Theilung ebenso sicher feststeht als die Hüllen leicht nachzuweisen sind.

3) Ist es nach diesem noch nöthig darzuthun, dass thierische Zellen mit Hüllen ebensowenig auf der Stufe herannahender Decrepidität stehen als Pflanzenzellen, so kann an die Knorpelzellen, Muskelzellen, Drüsenparenchymzellen, Samenzellen, Eier, Blutzellen, Fettzellen, Bindegewebskörperchen, Ganglienzellen u. s. w. erinnert werden, der Zellen der Epidermis- und Epithelialgebilde gar nicht zu gedenken, von denen sicherlich kein unbefangener Beobachter behaupten wird, dass sie nicht alle mehr oder minder wichtigen Zwecken im Haushalte des Körpers dienen. — Somit fällt wohl die *Schultze*'sche Auffassung der Zelle zusammen und bleibt nur das bestehen, was man längst weiss, dass an den ersten Formgebilden des sich entwickelnden Embryo innerhalb der Eizelle die Hüllen zweifelhaft sind. Ausserdem kann *Schultze* noch das zugegeben werden, dass auch beim Erwachsenen die Hüllen der Zellen an einzelnen Stellen, wie z. B. bei den centralen Nervenzellen, nicht mit Bestimmtheit erwiesen sind. — Die einfachsten Thiere, Rhizopoden u. s. w. bei dieser Frage mit herbeizuziehen, scheint mir nicht passend, da die anatomische Stellung derselben doch noch nicht hinreichend aufgeklärt ist. Dass die Rhizopoden ganz und gar aus contractiler Substanz bestehen und keinen Unterschied von Hülle und Inhalt zeigen, habe ich schon im Jahre 1849 an Actinophrys gezeigt, da aber die Entwickelung dieser Thiere ganz unbekannt ist, so wird aus dieser Thatsache für einmal ein Schluss auf die Natur der Zellen überhaupt auch für Die nicht abzuleiten sein, die wie ich von jeher die einfachsten Thiere für Zellen gleichwerthig angesprochen haben und immer noch ansprechen.

Der neuern physikalischen Physiologie gegenüber muss die Zelle als anatomische und physiologische Einheit, als wirkliche organische Grundform, die durch eigene Thätigkeit sich erhält und weiter bildet, festgehalten werden. Berücksichtigt man, dass die Entwickelungsgeschichte schon lange gezeigt hat, dass es einzig und allein die Eizelle ist, die in ununterbrochener Entwickelungsreihe den ganzen Organismus darstellt, so-

wie dass die neuern Untersuchungen mit immer grösserer Bestimmtheit darthun, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, so ergibt sich, wenn man nicht in einer im Gebiete der wahren Naturforschung ganz unberechtigten Weise auf die erste Schöpfung organischer Gestalten zurückgehen will, die Nothwendigkeit, die Zelle als Ausgangspunkt auch der physiologischen Betrachtung zu wählen. Mit dieser Forderung ist natürlich die Erforschung der physikalischen und chemischen Vorgänge in den Zellen nicht ausgeschlossen, vielmehr hat auch schon die Histiologie eine weitergehende Analyse der Zellenthätigkeit als wichtiges Desiderat anerkannt (s. §. 2). In derselben Weise wie für die Physiologie ist auch für die Pathologie die Erforschung der Lebensvorgänge der Zellen von der grössten Tragweite. Ist bei ersterer eine Cellularphysiologie, wie man die Lehre von den normalen Verrichtungen der Zellen und ihrer Abkömmlinge nennen kann, an der seit *Schwann* alle einsichtsvollen Histiologen und auch manche Physiologen gearbeitet haben, der wahre Ausgangspunkt, so ist für die krankhaften Störungen, die von *Virchow* ins Leben gerufene Cellularpathologie die Angel, um die jede weitere Erkenntniss sich dreht. In beiden Gebieten ist übrigens mit der Ermittlung der Vorgänge in den zelligen Elementen nicht Alles gethan. Auch die Zwischensubstanzen aller Art, mögen sie nun geformte Theilchen enthalten oder nicht, haben ihr Recht und erst aus der Ermittlung der Leistungen Aller Bestandtheile des Körpers und ihrer mannichfachen Wechselwirkungen wird am Ende eine volle Erkenntniss der Lebensvorgänge und ihrer Störungen erstehn.

§. 7.

Grösse und Form der Zellen, Zellenhülle oder Zellmembran. Eine genauere Betrachtung der Verhältnisse der Zellen zeigt folgendes. Ihre Grundform ist die einer Kugel, die allen Zellen in ihrem ersten Lebensalter, vielen, wie namentlich den in Flüssigkeiten befindlichen (Fettzellen, farblose Blutzellen u. A.) beständig zukömmt. Andere auftretende Gestalten sind: 1) die linsen- oder scheibenförmige (rothe Blutzellen); 2) die polygonale (Pflasterepitheliumzellen); 3) die kegel- oder pyramidenförmige (Flimmerepithelium); 4) die cylindrische (Cylinderepithelium); 5) die spindelförmige (Epithel der Gefässe); 6) die sternförmige (Nervenzellen). — Die Grösse der Zellen sinkt auf der einen Seite, so bei vielen jungen Zellen, den Blutzellen u. s. w., bis zu 0,002—0,005‴ herunter und erreicht auf der andern, wie bei den Cysten des Samens und den Ganglienzellen, die von 0,02—0,04‴. — Die grössten thierischen Zellen sind die Zellen der Speicheldrüsen von Insecten, die bis 0,1‴ messen, die Dotterzellen oder Eier, namentlich der Vögel, Amphibien und Fische und einige aus einer einzigen Zelle bestehenden Thiere, die, wie gewisse Gregarinen, bis 0,7‴ erreichen.

Die Hülle der Zellen ist in den einen Fällen sehr zart, glatt, kaum darstellbar und von einfachen Grenzlinien bezeichnet, in andern von ziemlicher Festigkeit und messbarer Dicke. Bei gewissen Zellen, wie bei den Knorpelzellen, lassen sich zwei Hüllen unterscheiden, von denen die eine innere mit einem der Botanik entlehnten Namen als Primordialschlauch, *Utriculus primordialis (H. v. Mohl)* oder als innere Hülle, *Membrana primaria*, die andere als äussere Hülle, *Membrana secundaria*, bezeichnet werden kann. Der Zelleninhalt mit der innern Hülle kann auch die primordiale Zelle heissen, und die äussere Hülle die Zellencapsel *(Rathke)*. Die letztere, der Cellulosenmembran der Pflanzenzellen entsprechende Haut ist wie diese ein Ausscheidungsproduct der primordialen Zelle. Den Bau anlangend, so galten

die Zellenhüllen bisher für ganz gleichartig, seit ich jedoch in der einseitigen äussern Hülle der Darmcylinder Kanälchen oder Poren aufgefunden und nachgewiesen habe, dass eine Reihe anderer, zum Theil schon bekannter Kanälchen (Eier, Cuticularbildungen der Gliederthiere und Mollusken) ebenfalls die Bedeutung von Lücken in äusseren Zellenausscheidungen haben, wird es sehr wahrscheinlich, dass auch die inneren Zellenhüllen Oeffnungen besitzen und habe ich auch schon an einigen Orten Andeutungen solcher gesehen. In gewissen Zellenhüllen finden sich selbst grössere Oeffnungen (Mikropylen der Eier, Ausmündungen einzelliger Drüsen), deren Entwickelung noch nicht sicher erkannt ist.

Die Zellenhüllen bestehen aus einer stickstoffhaltigen Substanz, die bei jungen Zellen unzweifelhaft ein Eiweisskörper ist, wie aus ihrer Löslichkeit in Essigsäure (zum Theil schon in der Kälte) und in verdünnten kaustischen Alkalien sich schliessen lässt. Später wird die Membran bei vielen Zellen, jedoch lange nicht bei allen (z. B. bei den Blutkörperchen, tiefsten Epidermis- und Epithelialzellen, den Zellen der drüsigen Follikel nicht) unlöslicher und nähert sich hie und da der Substanz des elastischen Gewebes mehr oder weniger, ohne jedoch jemals wirklich zu solcher zu werden.

Nachdem *Virchow* schon im Jahre 1847 (Arch. I. St. 218) den Satz ausgesprochen hatte, dass wenn auch die sogenannte Membran der Pflanzenzelle sich in einigen thierischen Gebilden, wie im Knorpel wiederfinde, doch vielmehr die gewöhnliche Membran der Thierzelle dem Primordialschlauche der Pflanzenzelle entspreche, ist die Frage nach der Uebereinstimmung der pflanzlichen und thierischen Zellenhüllen namentlich von *Remak* (Müll. Arch. 1852. S. 63 ff. Unters. z. Entw. S. 164 ff.), mir (in ds. Handb. 1. Aufl. 1852. S. 14, 29 und in den Unters. z. vergl. Gewebel. in Würzb. Verh. VIII.) und *Harting* (Het Mikroskoop. IV. 1854. St. 160, 169, 170) ins Auge gefasst worden, ohne dass es gelungen wäre, dieselbe endgültig zu beantworten. Wir alle sprachen uns dahin aus, dass gewisse Hüllen der thierischen Elemente, wie die Knorpelcapseln, den Cellulosenhüllen der Pflanzenzellen zu vergleichen seien, während andere mit dem *Mohl*'schen sogenannten Primordialschlauche übereinstimmen, doch war es nicht möglich einen grössern Einklang der Ansichten zu erzielen, indem *Remak* soweit ging, selbst den Furchungskugeln doppelte Hüllen zuzuschreiben, womit ich mich nicht einverstanden erklären konnte. Mittlerweile hat die *Mohl*'sche Lehre von dem Vorkommen eines Primordialschlauches als einer vom Inhalte scharf gesonderten innern Zellenhülle unter den Botanikern neben manchen Anhängern, wie *Nägeli* und *Schenk*, auch sehr entschiedene Gegner gefunden, wie vor Allem *Pringsheim* und *Schacht*, und kann es aus diesem Grunde bedenklich erscheinen, eine nichts weniger als feststehende Auffassung aus dem einen Gebiete auf das andere überzutragen. Auf jeden Fall werden wir, wie die Sachen jetzt liegen, weniger nach der Analogie als darnach zu fragen haben, zu welchen Annahmen die Thatsachen der thierischen Gewebelehre führen und da kann es dann nicht zweifelhaft sein, dass Zellen mit deutlicher innerer Membran bei Thieren bis jetzt eigentlich nur in Knorpeln gefunden sind (*Virchow*, *Remak*, ich), wo sie übrigens auch nur an gewissen Stellen (Netzknorpel, Ossificationsränder) unzweifelhaft sich darstellen. Möglicherweise finden sich zwei Hüllen auch noch bei den Eiern und den Elementen des Mantels der Tunicaten, doch sind die Beweise hier wohl noch kaum genügend. Die grosse Mehrzahl der thierischen Zellen dagegen besitzt nur Eine nachweisbare Hülle, wie bei den Fettzellen, Epithelial- und Epidermiszellen, Bindegewebskörperchen, Muskelzellen u. a. m. Gestützt auf diese Thatsachen könnte man nun einfach den Schluss ableiten wollen, dass die grosse Mehrzahl der thierischen Zellen den Primordialschläuchen der Pflanzenzellen gleichsteht und nur einige wenige den ganzen Pflanzenzellen mit ihren doppelten Hüllen vergleichbar sind. Verfolgt man jedoch die Lebensvorgänge der Zellen mit einfachen Membranen weiter, so stösst man auf einige Thatsachen, welche der ausgesprochenen Auffassung zu widersprechen scheinen. Es ist bekannt, dass die Primordialschläuche der Pflanzenzellen einfach durch Theilung

sich vermehren; bei den thierischen Zellen mit einfachen Membranen findet sich nun aber neben dieser Vermehrungsweise, die allerdings sehr verbreitet ist (siehe unten), auch noch, wenigstens in pathologischen Fällen, eine andere, bei der ohne Mitbetheiligung der Hülle der Inhalt allein, ähnlich einem pflanzlichen Primordialschlauche, zur Bildung neuer Elemente verwendet wird, wie bei der Bildung von Eiter- und Schleimzellen in Epithelialzellen, Bindegewebskörperchen und quergestreiften Muskelzellen, wornach es scheint, als ob die Hüllen dieser Elemente den Cellulosenhüllen der Pflanzenzellen gleichwerthig seien. Ein fernerer beachtenswerther Umstand ist der, dass bei gewissen Zellen mit einfachen Hüllen und zwar vor Allem den Elementen des Oberhautgewebes und von Drüsen einseitige Ablagerungen auf die Zellmembran vorkommen, etwas was bei pflanzlichen Primordialschläuchen nie, wohl aber bei den Cellulosenhüllen sich findet. So gewinnt es den Anschein als ob auch ein Theil der thierischen Zellen mit einfachen Hüllen den ganzen Pflanzenzellen entspräche.

Nehmen wir die gemeldeten Thatsachen als Grundlage an, so wird nun die Gesammtanschauung verschieden ausfallen, je nachdem man die Lehre vom *Utriculus primordialis* annimmt oder nicht. Wer *Mohl's* Lehre als gesichert ansieht, wird einfach sagen: Alle thierischen Zellen bestehen ursprünglich nur aus einem Primordialschlauche und manche bleiben auch später in diesem Zustande, während andere sich äussere Membranen anbilden, die bald mehr bald weniger scharf abgesetzt sind und selbst äussere Abscheidungen zeigen können. Wer dagegen den *Utriculus primordialis* läugnet, ist genöthigt Thier- wie Pflanzenzellen zeitlebens als einhüllig aufzufassen. Zellen mit doppelten Hüllen wären dann einfach solche mit Verdickungsschichten der ursprünglichen Hülle, welche alle von aussen nach innen sich bilden würden, so dass die äusserste Lage einer Knorpelcapsel die ursprüngliche Membran der jungen Knorpelzelle wäre. Ausserdem könnten dann aber auch noch Ablagerungen auf die äussere Fläche der Zellenhülle sich finden wie bei den Eiern, Epithelzellen u. s. w. Die Vermehrung, die im erstern Falle immer nur an den Primordialschlauch gebunden erschiene, würde in diesem Falle theils die ganze Zelle, theils bei festeren Hüllen derselben einzig und allein den Inhalt betreffen. Die Vergleichung zwischen Thier- und Pflanzenzellen ergibt bei der ersten Auffassung genau das Resultat, das schon *Virchow* andeutete; die meisten thierischen Zellen wären Primordialschläuche, die nur seltener äussere Hüllen sich anbilden, die fast nie aus Cellulose, meist aus stickstoffhaltigem Stoffe bestehen. Bei der zweiten Auffassung würden die Zellen beider Reiche zwar im Bau sich vollkommen gleichstehen, aber in der chemischen Zusammensetzung der Hüllen und auch noch darin abweichen, dass viele Thierzellen als Ganze durch Theilung sich vermehren, was bei Pflanzenzellen nie sich findet.

Eine sichere Entscheidung zwischen diesen beiden Anschauungsweisen ist für einmal nicht zu geben. Ich neige mich immer noch zur erstern hin, gebe aber zu, dass auch die zweite ihr Recht hat und habe aus diesem Grunde das Für und Wider hier so abgewogen, dass Jeder nach eigenem Ermessen seinen Standpunkt sich wählen kann.

§. 8.

Zelleninhalt. Im Innern der Zellen finden sich zu einer gewissen Zeit regelrecht ein oder mehrere Kerne, ausserdem ein verschieden beschaffener, bald mehr zäher, bald flüssiger Inhalt, der häufig noch Körner oder Bläschen oder andere Formgebilde verschiedener Natur enthält.

Der Zelleninhalt im engern Sinne ist sowohl in morphologischer als chemischer Beziehung von so verschiedener Art, dass eine allgemeine Schilderung desselben sehr schwierig ist. Geht man von den embryonalen und überhaupt von den jungen Zellen aus, so ergibt sich, dass derselbe wesentlich aus zwei Theilen, einer gleichartigen zähen Substanz und in dieselbe eingestreuten Körnchen besteht. Erstere oder der Zellensaft, *Cytoplasma (Protoplasma Mohl, Remak)*, die ihrer wohl allgemein verbreiteten Zusammenziehungsfähigkeit halber auch mit einem von *Dujardin* zuerst gebrauchten Namen *Sarcode* genannt werden könnte, ist in ihren chemischen Eigen-

thümlichkeiten noch wenig bekannt, immerhin lässt sich, vor Allem aus den Untersuchungen über die Zusammensetzung des Inhaltes der Eizelle oder des Dotters, so wie aus einigen mikrochemischen Reactionen entnehmen, dass dieselbe neben Wasser und Salzen vor Allem aus Eiweisskörpern besteht und ausserdem noch vielleicht allgemein sogenannte stickstoffhaltige Fette und zuckerbildende (glycogene) Substanz, vielleicht auch Zucker enthält. Seinen übrigen Eigenschaften nach ist der Zellensaft wohl nie flüssig, sondern in verschiedenen Graden zähe, in Wasser nicht löslich, aber sehr quellungsfähig und wohl niemals gefärbt.

Die Körner im ursprünglichen Zellensafte sind noch wenig gekannt. Blass oder dunkel von Ansehen treten dieselben meist nur in geringen Grössen und in sehr wechselnden Mengen auf. Die meisten derselben scheinen Fett zu sein, einige vielleicht auch aus Eiweisskörpern oder andern Stoffen zu bestehen. Aus diesen allen Zellen ursprünglich zukommenden Eigenthümlichkeiten entwickeln sich nun mannichfache andere Gestaltungen. Was zunächst den ursprünglichen Zellensaft anlangt, so scheint derselbe in gewissen Fällen in wesentlich gleicher Art wie in den jungen Zellen sich zu erhalten, so in den Muskel- und Nervenzellen, in andern Fällen entwickeln sich aus demselben die je nach Ort und Zeit verschiedenen Zellenflüssigkeiten, unter denen besonders die schleimhaltigen in Epithelium- und Drüsenzellen, die wässerigen in manchen Knorpelzellen, die gefärbten in den Blutzellen, die fetthaltigen in den Fettzellen und die mit eigenthümlichen Stoffen versehenen gewisser Drüsen (Leber, Nieren u. a.) hervorzuheben sind. In den meisten dieser Zellen und Zellenabkömmlinge besteht jedoch neben der neugebildeten Flüssigkeit ein bald grösserer bald geringerer Rest des ursprünglichen Zellensaftes *(Cytoplasma)* fort, dagegen scheint in andern Fällen derselbe entweder ganz oder fast ganz verloren zu gehen, wie in den mit wässeriger Flüssigkeit gefüllten Zellen der *Chorda dorsalis,* in den Fettzellen, den verhornten Schüppchen und Fasern der Epidermisgebilde. Die Art und Weise, wie diese Umwandlungen eintreten und die Bedeutung derselben für die Verrichtungen der Zellen kommen in einem spätern Absatze noch weiter zur Besprechung.

Die geformten Theile im Zelleninhalte betreffend so zeigen sich auch später die in allen Zellen von Anfang an vorhandenen Eiweisskörnchen und Fetttröpfchen, ausserdem aber auch Körperchen und Bläschen verschiedener Art, ja selbst Krystalle und Gebilde von ganz besonderer Natur. Krystalle sind beim Menschen noch nicht gesehen, es sei denn, man wolle die in Fettzellen von Leichen beobachteten Fettnadeln, die krystallinischen Bildungen von Gallenfarbstoff in pathologischen Leberzellen und die in Zellen beobachteten Haematoidinkrystalle hierher rechnen, dagegen finden sich dieselben, obschon selten, bei Thieren [Zellen der Vorhautdrüsen der Ratte, der *Malpighischen* Gefässe der Insecten, Eier der Fische und Amphibien, deren Dotterplättchen nach den Untersuchungen von *Radlkofer* (Zeitschr. f. w. Zool. IX. 529) und *Filippi* (Ibid. X. 15) Krystalle einer eiweissartigen Substanz sind]. Fetttropfen finden sich in sehr vielen Zellen im Inhalte vertheilt, entweder vereinzelt (Knorpelzellen) oder in grösserer Zahl, so dass sie selbst den einzigen Bestandtheil auszumachen scheinen (Zellen der Talg- und Milchdrüsen), doch möchten dieselben in manchen Fällen als fetthaltige

Bläschen aufzufassen sein, wenigstens ist es von den Fetttropfen der Zellen der Milchdrüsen, die, wenn sie frei geworden sind, Milchkügelchen heissen, als ausgemacht zu betrachten, dass sie eine zarte Hülle von Käsestoff besitzen. Dasselbe möchte auch noch von andern Körnchen im Inhalte vieler Zellen gelten, doch ist es auf der andern Seite auch gewiss, dass viele derselben keine Hülle besitzen, in welchem Falle man sie mit einem von *Henle* vorgeschlagenen Namen als Elementarkörnchen bezeichnen kann. Es gehören hierher die Pigmentkörnchen des schwarzen Augenpigments und anderer gefärbter Zellen, und die Eiweisskörnchen, die in vielen Zellen von Drüsen und Drüsensäften sich finden. Von pathologischen, jedoch sehr häufigen Bildungen wären die Körner von Gallenfarbstoff in den Leberzellen, das pathologische körnige Pigment in Zellen (Lungen z. B.), die Colloidkörner in den Epithelzellen der Nieren, die Kalkconcretionen u. s. w., hierher zu rechnen. Alle diese Körner ermangeln der Erscheinungen, die man an den Zellen beobachtet, wie des Wachsthumes von innen heraus, der Vermehrung, der Stoffaufnahme und Stoffabgabe und schliessen sich in dieser Beziehung näher an die anorganischen Formen an, wogegen bei den Milchkügelchen, die wir als Elementarbläschen bezeichnen wollen, vielleicht schon Wachsthum sich findet, allerdings ohne die mannichfachen anderen Erscheinungen, die das Leben der Zellen bezeichnen, und ohne Vermehrung.

Noch ist einer eigenthümlichen Art von Elementarbläschen des Zelleninhaltes, nämlich der Dotterbläschen gewisser Thiere, Erwähnung zu thun. Am genauesten kennt man dieselben aus dem Hühnerdotter, dessen längst bekannten Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz und der Dotterhöhle, wie *Schwann* richtig fand, alle Bläschen sind, jedoch nicht die Bedeutung von Zellen haben. Die Membranen dieser Dotterbläschen sind ungemein zart und bestehen aus einem Eiweisskörper; der Inhalt ist flüssiges Eiweiss, in welchem bei den Kugeln der Dotterhöhle gewöhnlich Ein grosser wandständiger, bei den andern viele grössere und kleinere Fetttropfen liegen. Die Entwickelung dieser Bläschen geht wahrscheinlich von dem Fetttropfen aus, wie diess auch bei den andern Elementarbläschen anzunehmen ist, seitdem man durch *Ascherson* weiss (*Müll.* Arch. 1840. p. 49), dass jedesmal, wenn flüssiges Fett und flüssiges Eiweiss mit einander geschüttelt werden, die entstehenden Fetttröpfchen alle mit zarten Eiweisshüllen sich umgeben, doch unterscheiden sie sich von diesen dadurch, dass sie ein sehr bedeutendes Wachsthum besitzen und während desselben in ihrem Inhalte Umwandlungen erleiden, indem bei vielen die Zahl der Fetttröpfchen mit dem Alter immer mehr zunimmt. Aehnliche Bläschen sind auch im Dotter der Fische, Amphibien (*Remak* in *Müll.* Arch. 1852, 151), Krustenthiere und Spinnen nachgewiesen und haben dieselben auch hier, wie bei den Vögeln, nur untergeordnete Bedeutung, insofern als sie nicht direct zur Bildung des Leibes des Embryo verwendet werden, sondern demselben nur als Nahrungsdotter dienen. Bei Fischen (*Cobitis*) und wahrscheinlich auch bei den Amphibien entstehen in diesen Bläschen die krystallinischen Dotterplättchen (*Filippi* l. s. c.).

Als eigenthümliche Vorkommnisse sind nun noch die im Innern der Samenzellen enthaltenen Samenfäden zu erwähnen, so wie, wenn auch die vergleichende Anatomie herbeigezogen werden darf, die Zellen mit nesselnden Fäden der Strahlthiere und gewisser Würmer, die Fadenzellen der

Schleimsäcke und der Epidermis von Myxine (s. Würzb. naturwiss. Zeitschr. I. S. 3 u. 5), die Chitinablagerungen im Innern gewisser Zellen (Bildungszellen der feinsten Tracheen, einzellige Hautdrüsen von Insecten) und die von mir im Innern der Zellen der Spinndrüsen von Insecten gefundenen Tracheen.

Der Zelleninhalt scheint in gewissen Zellen eine besondere Anordnung darzubieten. Abgesehen von den noch zu erwähnenden Fällen von Saftströmung in thierischen Zellen, sind hier nur die von *Reichert* am Hechteie aufgefundenen Verhältnisse zu erwähnen. Hier nämlich zeigt der erhärtete Nahrungsdotter eine grosse Zahl von Kanälen, welche gerade von der äussern Oberfläche gegen die Mitte verlaufen. Da eine solche strahlenförmige Streifung von mir auch am frischen Dotter von *Gadus lota* gefunden worden ist (Würzb. Verh. Bd. VIII), so scheint hier ein besonderer Bau des Zelleninhaltes vorzuliegen, der wahrscheinlich mit dem Stoffwechsel der Eier in einem besonderen Zusammenhange steht und vielleicht auch bei anderen Zellen sich findet.

Ein sehr wichtiger Theil des Inhaltes der Zelle ist der Zellenkern (Kern, Kernbläschen), *Nucleus*. Derselbe erscheint als ein kugeliger oder linsenförmiger, wasserheller oder in's Gelbliche spielender Körper, der im Mittel 0,002 — 0,004''' misst, in selteneren Fällen jedoch die Grösse von 0,01 — 0,04''' erreicht, wie in Ganglienkugeln und Eiern. Alle Kerne sind Bläschen, was schon *Schwann* vermuthete und ich an Embryonen und erwachsenen Geschöpfen als allgemeine und ursprüngliche Bildung nachwies. Ihre Hülle ist bei kleineren sehr zart und erscheint als eine einfache feine dunkle Linie, bei den grösseren ist sie stärker, selbst von messbarer Dicke und von doppelten Rändern begrenzt, so bei den Kernen der Ganglienkugeln, Eier und vieler embryonaler Zellen, in welchem Falle sie selbst Andeutungen von Oeffnungen (Poren) zeigt, wie ich an den Kernen von Fischeiern (den Keimbläschen) und der Zellen der Spinngefässe von Raupen gefunden habe. Der Inhalt der Kernbläschen oder der Kernsaft ist, abgesehen vom *Nucleolus*, fast ohne Ausnahme wasserhell oder leicht gelblich, nie dunkler gefärbt, und besteht höchst wahrscheinlich aus einem dem ursprünglichen Zellsafte gleichen eiweissreichen zäherflüssigen Stoffe, in dem durch Wasser und Essigsäure dunkle Körnchen sich niederschlagen, wesshalb auch die Kerne bei den gewöhnlichen Untersuchungsweisen niemals ihr natürliches gleichartiges helles Ansehen darbieten. Bezeichnend ist, dass der Kernsaft offenbar beim Wachsthume und den Umwandlungen der Zellen viel weniger Umwandlungen erleidet als der Zellensaft, doch scheint derselbe in gewissen Fällen in eine mehr wässerige Flüssigkeit sich umzubilden, wie in den Kernen reifer Eier, den Keimbläschen, andere Male, jedoch nur selten, in festere Bildungen überzugehen. Als solche sind die vielen Keimflecken der Eier gewisser Thiere (Fische, Amphibien) und die von *Leydig* in Fettzellen von *Piscicola* beobachteten Körperchen zu bezeichnen, zu denen vielleicht auch von mir in den Keimbläschen gewisser Fische gesehene bald nadel-, bald fadenförmige Bildungen gehören. In chemischer Beziehung ist von den Kernhüllen noch das zu sagen, dass dieselben stickstoffhaltig sind und im Allgemeinen von dem die jüngern Zellenhüllen bildenden Stoffe nicht gerade bedeutend abweichen; doch lösen sich dieselben in

Alkalien langsamer und werden von verdünnter Essigsäure und Mineralsäuren nur wenig angegriffen. Durch letzteres nähern sie sich dem elastischen Gewebe, von dem sie jedoch durch ihre leichte Löslichkeit in Alkalien ganz wesentlich sich unterscheiden.

Kerne finden sich nach meinen Beobachtungen durchaus in allen Zellen von Embryonen und Erwachsenen, so lange dieselben noch jung sind. Gewöhnlich enthält jede Zelle nur Einen Kern, ausser wenn sie sich vermehrt; in diesem Falle treten aber, je nach der Zahl der entstehenden Zellen, zwei oder mehr Kerne auf. In gewissen Zellen finden sich zahlreichere Kerne, so in denen des Samens 4, 10 bis 20 und darüber, ebenso in denen des *Ependyma* des Rückenmarkskanals, der Nebennieren, der *Hypophysis*, in gewissen Zellen der Milz und Leber von Embryonen, den fötalen Knochenmarkzellen und andern. Früher nahm man in manchen Geweben auch freie Kerne an, genauere Untersuchungen haben aber dieses Vorkommniss immer mehr und schliesslich so beschränkt, dass jetzt mit Recht vermuthet werden darf, dass dieselben vielleicht gar nirgends sich finden. Sollten aber auch irgend wo wirklich freie Kerne sich nachweisen lassen, so wäre beim jetzigen Stande der Dinge doch kaum etwas anderes anzunehmen, als dass dieselben von untergegangenen Zellen herrühren.

Die Kernkörperchen, *Nucleoli*, sind runde, scharfbegrenzte, meist dunkle, Fettkörnern ähnliche Körper, die im Mittel 0,0010—0,0015‴ messen, manchmal fast unmessbar klein sind und in Embryonen, dann in den Keimbläschen der Eier als Keimflecken und in den Ganglienzellen 0,003—0,01‴ betragen. Wahrscheinlich sind dieselben überall Bläschen, wie ihre stets scharf umschriebene Gestalt, ihre Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Elementarbläschen, dann aber auch der Umstand vermuthen lässt, dass in gewissen Zellen, vor Allem in Eiern und Ganglienkugeln, häufig eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung in ihnen sich entwickelt. Die chemische Zusammensetzung der *Nucleoli* ist unbekannt. Ihr äusseres Ansehen, ihre Aehnlichkeit mit den Elementarbläschen, ihr Verschwinden in kaustischen Alkalien und ihre Unlöslichkeit in Essigsäure sprechen für Fett, die Hüllen könnten, wie bei den Elementarbläschen, ein Eiweisskörper sein. — Kernkörperchen finden sich in der grossen Mehrzahl der Kerne, so lange diese noch jung sind, in vielen, so lange sie bestehen, doch gibt es auch Kerne, in denen Kernkörperchen nicht mit Bestimmtheit sich erkennen lassen oder wenigstens erst in spätern Zeiten deutlich werden und es kann daher vorläufig der *Nucleolus* nicht so unbedingt wie der Kern als wesentlicher Bestandtheil der Zelle angesehen werden. Gewöhnlich enthält ein Kern nur Einen mittleren *Nucleolus*, häufig sind zwei, selten drei und in ganz vereinzelten Fällen vier, fünf und noch mehr derselben vorhanden, die dann entweder wandständig oder frei im Kerne liegen.

Mit Bezug auf den Zelleninhalt ist besonders auch der Aufsatz von *M. Schultze* von Interesse (l. i. c.). Dass der Inhalt der Zellen meist eine mehr weniger zähflüssige Beschaffenheit besitzt, der chemischen Zusammensetzung nach wesentlich auch Eiweiss führt, und wahrscheinlich bei allen jungen Zellen, bei vielen auch später, zusammenziehungsfähig ist, wurde von mir schon in der 3. Auflage dieses Werkes hervorgehoben. Ebenso habe ich auch schon früher auf die Uebereinstimmung der Zellenbewegung *in toto* mit der thierischen und pflanzlichen Saftströmung und den Bewegungen des Zellen-

inhaltes überhaupt hingewiesen. Ich stimme jetzt mit *Sch.* überein, dass der stickstoffreiche, mehr zähe und bewegungsfähige Zellsaft der jungen und mancher ältern Zellen verdient mehr betont und von andern Zellflüssigkeiten schärfer geschieden zu werden. *Sch.* nennt denselben mit *Mohl* und *Remak Protoplasma*, ich heisse ihn *Cytoplasma*, um gleich bestimmt anzudeuten, dass für mich die Zelle und nicht ein Klümpchen organischer Materie die Grundlage auch des thierischen Körpers ist.

Ueber die grosse Verbreitung eines glycogenen Stoffes in Zellen vergleiche man *Rouget* und *Bernard* im *Journ. de la Phys. II*, über die der phosphorhaltigen Fette *Beneke* im Correspondenzblatt des Vereines f. gem. Arbeiten. No. 50.

Nach *Leydig* ist in gewissen Zellen Linsenfasern von Fröschen, Eier der Ratte und von *Synapta*, Ganglienzellen von *Hirudo* das Kernkörperchen ein verdickter Theil der Kernhülle.

Ueber die Art und Weise der Bildung der sogenannten *Ascherson*'schen Bläschen vergleiche man *v. Wittich* (*De hymenogonia albuminis*, *Regiomontii* 1850), *Harting* (*Ned. Lancet. Sept.* 1851) und *Panum* (Arch. f. path. Anat. IV. 2).

§. 9.

Bildung der Zellen. Mit Bezug auf die Bildung der Zellen unterschied man bis vor kurzem mit *Schwann* zwischen der freien Entstehung derselben und ihrer Erzeugung durch Vermittelung anderer Zellen. Bei der erstern liess man die Zellen unabhängig von andern in einer gestaltungsfähigen Flüssigkeit, *Cytoblastema Schleiden* (von κύτος, Bläschen und βλαστήμα, Keimstoff), um freie Kerne entstehen, während bei der andern schon vorhandene Zellen als Ausgangspunkt der neuen Bildungen angesehen wurden. Nun haben aber mit Bezug auf die freie Zellenbildung schon die Untersuchungen der unmittelbar auf *Schwann* folgenden Periode stark an dem kunstvoll aufgeführten Gebäude gerüttelt, bis endlich in unsern Tagen, namentlich durch die Bemühungen von *Virchow*, auch die letzte Stütze desselben zusammenbrach, so dass nun die Vermehrung der Zellen von sich aus als die einzig vorkommende anzusehen ist.

Schwann betrachtete bei den Thieren in geradem Gegensatze zu den Pflanzen die freie Zellenbildung als die häufigere, diejenige durch Vermittelung anderer Zellen mehr als Ausnahme, welche Anschauung von den unmittelbaren Nachfolgern desselben getheilt wurde und vor Allem auch in den embryologischen Forschungen *C. Vogt's*, über den *Alytes obstetricans* (1841) und den *Coregonus palea* (1842), ihre Stütze fand, denen zu Folge alle Zellen, die in die bleibenden Gewebe übergehen, aus den Trümmern der Furchungskugeln durch freie Zellenbildung neu entstehen; doch hatte *Reichert* schon im Jahre 1840 (Entw. im Wirbelthierr. nam. p. 155) erklärt, dass er bei Embryonen nirgends ein Cytoblastem finde und auch *Bergmann* die Bedeutung der Furchung für die Zellenbildung nachgewiesen (*Müll.* Arch. 1841. p. 89). Im Jahre 1844 geschah dann durch mich der erste entschiedene Angriff gegen die freie Zellenbildung (Entw. der Cephalopoden p. 111 u. f.), indem ich zeigte, dass bei Embryonen alle Zellen von den Furchungskugeln abstammen, und hierauf gestützt auch für Erwachsene die freie Zellenbildung gänzlich läugnete und den Satz aufstellte, dass alle Zellen derselben directe Abkömmlinge der Furchungskugeln seien, und dass auch alle andern Elementartheile aus solchen sich aufbauen (l. c. p. 129. u. 140). Allein die Thatsachen waren leider noch nicht so weit, dass ein solcher Ausspruch auf die Dauer sich hätte halten lassen und so wurde ich später, da ich nicht auf dem Standpunkte der Naturphilosophie mich befand, welche *a priori* die ununterbrochene Erbfolge der organischen Elemente vertheidigte, namentlich mit Rücksicht auf die pathologische Zellenbildung im Eiter und in Exsudaten veranlasst, eine freie Bildung der Zellen für gewisse Fälle zuzugeben (Handb. 1. Aufl. p. 15), in welcher Beziehung auch die Mehrzahl der andern Histiologen sich einverstanden zeigte. Erst in der neuesten Zeit trat nun in dieser Angelegenheit ein Wen-

depunkt ein, jedoch weniger durch *Remak*, obschon er im Jahre 1852 (*Müll.* Arch. 1852) die freie Zellenbildung ganz läugnete, indem dieser Autor, dessen embryologische Nachweise übrigens die grösste Anerkennung verdienen, für seinen Ausspruch keine andern Gründe vorbrachte als die, welche auch *Reichert* und ich der Entwickelungsgeschichte entnommen hatten, als durch *Virchow*. Die merkwürdigen Entdeckungen dieses Forschers über die Betheiligung der Bindegewebskörperchen an den pathologischen Zellenbildungen und der von ihm mit grösserer Bestimmtheit als früher durch *Rathke* gegebene Nachweis, dass auch das Knorpel- und Knochenmark und die Periostablagerungen der Knochen, Bildungen, die bisher als eine wesentliche Stütze der freien Zellenbildung galten, ohne eine solche entstehen, diese Thatsachen vor Allem waren es, die der alten Lehre den Todesstoss versetzten. Ich zeigte dann noch, dass auch in der Milz, den Lymphdrüsen und *Peyer*'schen Follikeln und wahrscheinlich auch im Chylus keine freie Zellenbildung vorkömmt (Würzb. Verh. VII. p. 192 u. Zeitschrift f. wiss. Zool. VII. p. 182), so dass ich nun, da ich auch für die Bildung des Knorpelmarks und die Periostablagerungen der Knochen *Virchow's* Angaben bestätigen kann, Grund genug zu haben glaube, die alte *Schwann*'sche Lehre zum zweiten Male und diesmal für immer zu verlassen. — Nichtsdestoweniger will ich nicht unerwähnt lassen, dass es immer noch Forscher gibt, welche, wenn sie auch nicht gerade der freien Zellenbildung das Wort reden, doch die Annahme einer solchen durchaus nicht für widerlegt erachten, wie namentlich *Henle* (Jahresb. von 1858 und 1859).

§. 10.

Die Vermehrung der Zellen geschieht wesentlich überall in derselben Weise, doch ist ihre äussere Erscheinung etwas verschieden, je nachdem dieselbe an Zellen mit einfachen Zellmembranen, oder an solchen, die auch secundäre Hüllen besitzen, auftritt. Im erstern Falle findet sich eine einfache Theilung der Zellen *in toto*, während im letztern nur das Cytoplasma mit der innern Hülle sich abschnürt ohne Mitbetheiligung der äusseren Zellencapsel, welche sodann als sogenannte Mutterzelle die junge Brut umhüllt. Diese zweite Form kann als endogene Zellentheilung von der ersteren abgezweigt werden.

§. 11.

Die einfache Vermehrung der Zellen durch Theilung findet sich bei den meisten Zellen, die der äusseren Hüllen entbehren, somit bei der grossen Mehrzahl der thierischen Zellen. Leicht zu beobachten ist dieser Vorgang an freien in Flüssigkeit enthaltenen Zellen, wie bei den farblosen Blutzellen von Säugern, Vögeln und Amphibien und bei den rothen Blutzellen der Embryonen von Säugern und Vögeln. Hier sieht man in länglich werdenden Zellen aus dem ursprünglich einfachen Kerne, allem Anscheine nach ebenfalls durch Theilung, zwei sich bilden, dann die Zellen in der Mitte sich einschnüren, um die auseinandergerückten Kerne sich immer mehr zusammenziehen und schliesslich in zwei zerfallen, von denen jede ihren Kern enthält. Bei Embryonen von Hühnern, Säugethieren und vom Menschen findet man nach den Erfahrungen von *Remak* und mir die rothen Blutzellen in allen denkbaren Stadien dieses Zerfallens mit 1, 2, 3—4 Kernen,



Fig. 2.

Fig. 2. Blutkügelchen.

und mehr weniger eingeschnürt bis zur gänzlichen Trennung in 2, 3—4 anfangs noch dicht beisammen liegende Zellen, so dass über das wirkliche Vorkommen dieser Art der Zellenvermehrung nicht die geringsten Zweifel obwalten können. Ausserdem habe ich nun auch noch Zellentheilung nachgewiesen an den Elementen der Milzbläschen, der Milzpulpe, der Lymphdrüsen, der *Peyer*'schen Follikel so wie an den Markzellen der wachsenden Knochen und gewissen Drüsensaftzellen wie denen des Spermas (s. die Fig. bei der Entw. der Samenfäden).

In festen Zellengeweben hält es viel schwerer die Vorgänge der einfachen Zellentheilung mit Bestimmtheit nachzuweisen. Ich nehme überall eine solche Zellenbildung an, wo einerseits eine Vermehrung der Zellen an Zahl nachgewiesen ist und andrerseits jede sichere Spur einer endogenen Erzeugung fehlt, somit bei allen embryonalen Zellengeweben mit Ausnahme der Knorpel und beim Erwachsenen bei der ganzen Gruppe des Horngewebes. Dass in diesen Geweben keine freie Zellenbildung sich findet, ist über jeden Zweifel erhaben, indem man in denselben immer und ohne Ausnahme nur Zellen, nie freie Kerne antrifft; dagegen kann es als fraglich erscheinen, ob die Zellen durch Theilung oder endogene Zellenbildung sich vermehren. Der Umstand, dass man, so häufig auch, namentlich in embryonalen Zellengeweben, Zellen mit mehrfachen Kernen sind, doch nie Mutterzellen mit Tochterzellen sieht, bringt mich wie *Remak* zur Ueberzeugung, dass die Zellenvermehrung hier durch Theilung vor sich geht, doch gebe ich zu, dass bei erwachsenen Geschöpfen die Thatsachen, die mit Bestimmtheit für diesen Vorgang sprechen, noch sehr spärlich sind. Als solche sind zu nennen die Beobachtungen über eingeschnürte Zellen mit zwei und mehr Kernen. So zeigen sich bei jungen Säugethieren die Ganglienzellen nicht selten mehr weniger getheilt, ja selbst nur durch eine schmale Brücke verbunden (m. mikrosk. Anat. II. p. 535), ebenso findet man die Flimmerepithelzellen, die Darmcylinder und Bildungszellen des Elfenbeins mit zwei, erstere selbst mit drei hintereinanderliegenden Ausbuchtungen, jede mit einem Kern. Bei Larven von Fröschen dagegen sind, wie *Remak* mit Recht anführt, eingeschnürte Zellen eine gewöhnliche Erscheinung — nach ihm theilen sich hier sogar quergestreifte Muskelzellen — und halte ich diese Embryonen mit für das beste Object, um sich von der weiten Verbreitung der einfachen Zellentheilung zu überzeugen.

Ueber die Art dieser Theilung in zusammenhängenden Geweben sei noch bemerkt, dass dieselbe sowohl in der Längs- als in der Querrichtung geschieht; im erstern Falle wächst eine Zellenlage in die Fläche, im letztern in die Dicke. In der Regel theilen sich die Zellen in zwei, doch will *Remak* gefunden haben, dass bei Froschlarven manche Zellen, selbst die Epithelcylinder des Darmes, nachdem immer zuerst ihr Kern sich vermehrt hat, unmittelbar in mehrere, selbst 5—6 neue Zellen auseinandergehen.

Ausser der gewöhnlichen Theilung der Zellen scheint nun auch noch eine Zellenvermehrung durch Knospenbildung vorzukommen, doch sind mit Bezug auf diesen Vorgang die verschiedenen Beobachter noch nicht ganz im Klaren und genügt es hier auf die Erfahrungen von *Meissner* (Zeitschr. f. wiss. Zool. V.), *Nelson*, *Claparède* (*de la formation et de la fécondation des oeufs chez les nématodes. Genève* 1859) über die Ei- und Samenzellenbildung bei Entozoen zu verweisen.

Mit der Zellentheilung, und vielleicht besonders mit der zuletzt erwähnten Form derselben, stehen, wie schliesslich noch bemerkt werden kann, auch gewisse Zellen mit mehrfachen oder vielen Kernen und oft wunderlichen Formen möglicherweise im Zusammenhang, so namentlich die von *Robin* und mir beschriebenen Elemente aus dem Knochenmark (Fig. 3) und die von *Fahrner* und mir im Leberblute von Embryonen gesehenen Zellen, die später auch *Remak* aus der Leber von Embryonen beschrieb, als deren eigentliche Stätte sich mir neulich die Milz ergab. Mit *Remak* halte auch ich es für wahrscheinlich, dass diese Zellen später in zahlreiche kleinere einkernige Zellen zerfallen, in welchem Falle dieselben dann am meisten an gewisse Formen sich theilender Blutzellen mit 3 und 4 Kernen sich anreihen würden.

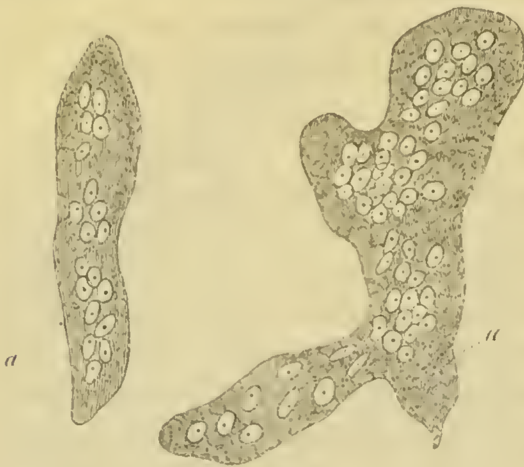


Fig. 3.

Schwann wusste von einer Zellentheilung nichts. Der Erste, der eine solche an Blutkörperchen von Embryonen sah, ist *Remak* (Med. Vereinsz. 1841. Nr. 47), dessen Erfahrungen dann von mir (*Wiegm.* Arch. 13. Bd. I. p. 19, und Zeitschr. f. rat. Med. 1845) und *Fahrner* bestätigt wurden. Das Verdienst, die Zellentheilung (in weiterem Sinne) als einzige Form der Zellenvermehrung aufgestellt zu haben, gebührt *Remak* (*Müll.* Arch. 1852), doch erlaube ich mir zu bemerken, dass ich schon im Jahre 1844 (Entw. d. Cephalop.) die Abhängigkeit der Furchung von den Theilungen der in den Furchungskugeln eingeschlossenen Kerne als allgemeine Erscheinung nachgewiesen und mit der Zellenvermehrung in Zusammenhang gebracht hatte, obschon ich die Furchungsabschnitte nur für Vorläufer von Zellen hielt. — Unter den Begriff der Zellentheilung bringe ich auch die Quer- und Längstheilung der Protozoen, da ihr kernartiger Körper in ganz ähnlicher Weise an der Spaltung sich betheiligt, wie bei gewöhnlichen Zellen der Zellenkern und ihrer Auffassung als einzelliger Thiere vorläufig keine bestimmte Thatsache hindernd im Wege steht. — Als einfache Zellentheilung sind auch die Vorgänge bei der Entwickelung der Eier von Trematoden und Cestoden aufzufassen, indem diese Eier innerhalb der eigenthümlichen Körnerschicht, die sie umgibt, eine einfache Vermehrung durch wiederholte Theilung durchmachen, bei der es nie zur Bildung endogener Formationen kommt.

§. 12.

Als endogene Zellentheilung bezeichne ich die Fälle, in denen die Vermehrung von Zellen innerhalb secundärer Membranen vor sich geht. Hierher gehört von physiologischen Verhältnissen vor Allem die Furchung und dann auch die Vermehrung der Knorpelzellen.

Die Furchung ist ein eigenthümlicher Vorgang, der zur Zeit der ersten Entwickelung in den Eiern der meisten Thiere sich findet, als Einleitung zur Bildung der ersten Zellen des Embryo anzusehen ist und, weil das Ei die Bedeutung einer einfachen Zelle hat, unter den Begriff der endogenen Zellentheilung fällt. Die Furchung beruht im Wesentlichen auf Folgendem. Nach-

Fig. 3. *a.* Eigenthümliche granulirte Zellen mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen der platten Schädelknochen des Menschen, 350mal vergr.

dem der ursprüngliche Kern der Eizelle, das Keimbläschen, mit der Befruchtung verschwunden ist, bilden die Körner des Dotters nicht mehr einen dichten Haufen wie früher, sondern zerstreuen sich und erfüllen die ganze Eizelle. Dann entsteht als erstes Zeichen der beginnenden Entwickelung mitten im Dotter ein neuer Kern mit *Nucleolus*, der erste Kern des Embryo, der als Anziehungspunkt auf den Dotter einwirkt und denselben wieder zu einem kugeligen Haufen, der ersten Furchungskugel, vereinigt. In weiterer Entwickelung bilden sich aus dem ersten Kerne zwei neue, die sich etwas von einander entfernen, als neue Mittelpunkte auf die Dottermasse einwirken und so die erste Furchungskugel in zwei zerfällen. In gleicher Weise geht dann die Vermehrung der Kerne und der Furchungskugeln und zwar die erstere immer voranschreitend fort, bis eine sehr grosse Zahl von kleinen Kugeln gebildet ist, die den ganzen Raum der Dotterzelle erfüllen; nur ausnahmsweise zerfallen die Kugeln erst, wenn die Kerne sich bis auf 3 oder 4 vermehrt haben, so dass dann aus jeder derselben statt 2 unmittelbar 3 oder 4 Kugeln werden. Diesen Vorgang nennt man die totale Furchung, weil hier der ganze Dotter um die neugebildeten Kerne sich anlegt; die partielle Furchung stimmt dem Wesen nach mit ihr vollkommen überein und ist nur dadurch verschieden, dass bei ihr nicht aller Dotter, sondern je nach den verschiedenen Thieren ein kleinerer oder grösserer Theil desselben die entstehenden Kerne umhüllt.

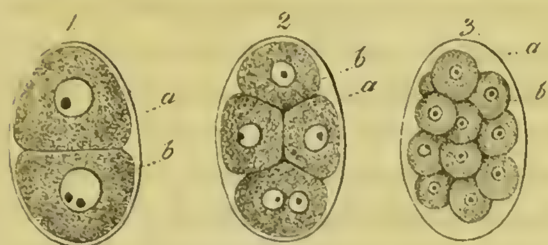


Fig. 4.

Hat der Furchungsprocess ein gewisses Stadium erreicht, so erhalten die Furchungskugeln, deren Begrenzung anfangs wenigstens nicht bestimmt nachweisbar häutig ist, alle auf einmal oder lagenweise deutliche Membranen und werden entschieden zu Zellen, woraus sich eben die Berechtigung ergibt, diesen Vorgang der endogenen Zellentheilung unterzuordnen. Diese Betrachtungsweise ist um so mehr gerechtfertigt, als auch die aus der Umwandlung der Furchungskugeln entstandenen Zellen noch lange fort durch einfache Theilung sich vermehren, und kann man auch den gesammten Furchungsprocess als eine Art endogener Zellentheilung ansehen, bei der es wegen der Schnelligkeit, mit der die Kerne sich vermehren, bei den ersten Generationen von Dotterabschnitten nicht zur Bildung von deutlichen Membranen kommt.

Verwickelter sind die Erscheinungen bei den Knorpelzellen, bei denen eine innere Hülle oder ein Primordialschlauch und eine äussere feste Capsel, die Knorpelcapsel, zu unterscheiden sind. Wenn Knorpelzellen sich vermehren, so ist das Erste, was man bemerkt, eine Theilung der Kerne in zwei, dann weichen die Kerne auseinander und es tritt zwischen denselben wie eine Scheidewand auf, welche die Mutterzelle in zwei vollkommen getrennte Räume scheidet, von denen jeder einen Kern und die eine Hälfte des Inhaltes derselben umfasst. Die weitere Entwickelung ist nun in

Fig. 4. Drei Eier von *Ascaris nigrovenosa*, 1. aus dem zweiten, 2. aus dem dritten und 3. aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln; *a*) äussere Eihülle, *b*. Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei *Nucleoli*, in 2 die unterste Kugel zwei *Nuclei*.

der Regel die, dass später innerhalb der Mutterzelle zwei vollständige sie ganz erfüllende Tochterzellen deutlich werden, was als Beweis dienen kann, dass

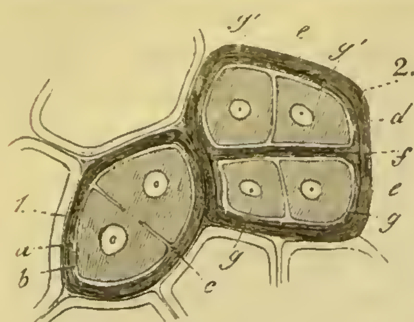


Fig. 5.

die Scheidewand von Anfang an doppelt ist. Der ganze Vorgang macht sich unstreitig so, wie bei den Pflanzenzellen, nämlich durch eine Theilung des Primordialschlauches bei unveränderter äusserer Zellenmembran, wie es das Schema Fig. 5 darstellt, doch hat sich derselbe allerdings noch nicht mit aller wünschbaren Bestimmtheit direct beobachten lassen.

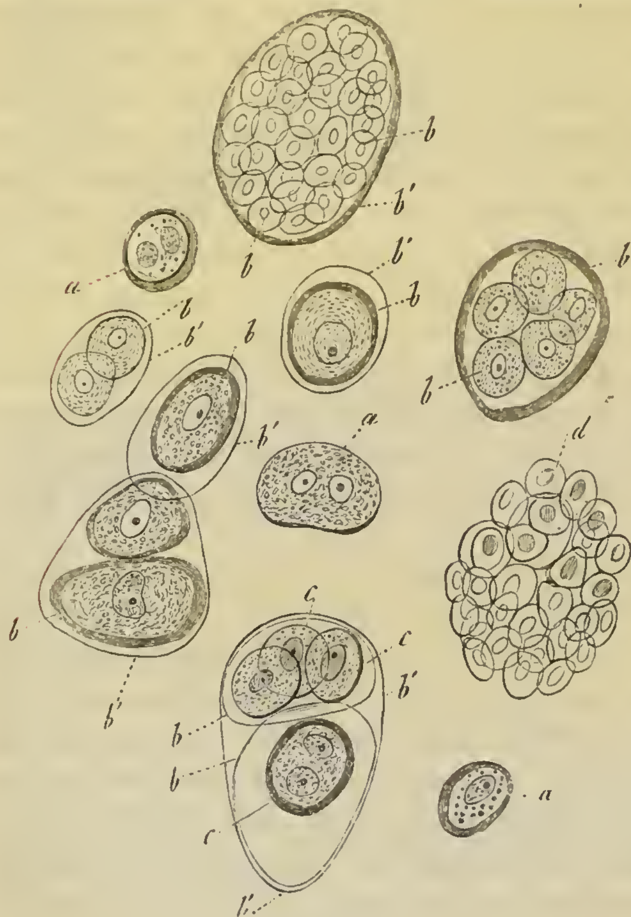


Fig. 6.

Diese Theilung der primordialen Zellen nun wiederholt sich in der Regel mit grosser Gesetzmässigkeit viele Male hintereinander in der Weise, dass immer die Tochterzellen nach ihrer Bildung zuerst wieder äussere Membranen oder Knorpelcapseln ausscheiden, die mit derjenigen ihrer Mutterzelle sich vereinigen und zugleich eine Scheidewand zwischen ihnen bilden, worauf sie dann von Neuem sich theilen. Hierbei bestehen gewöhnlich die Knorpelcapseln der Mutterzellen noch einige Zeit fort, verschwinden dann aber später als histiologisch gesonderte Gebilde und verschmelzen mit der die Knorpelzellen verbindenden Grundsubstanz. Doch geschieht es auch hie und da, namentlich in den Rippenknorpeln und in pathologischen Gelenkknorpeln, dass die Mutterzellen lange Zeit bestehen und mit vielen Generationen von Tochterzellen sich füllen, die entweder noch von secundären und

Fig. 5. Knorpelzellen einer älteren Froschlarve, halbschematische Figur. 1. Eine Mutterzelle, deren Primordialschlauch in der Theilung begriffen ist, *a.* dicke secundäre Membran derselben oder Knorpelcapsel; *b.* Primordialschlauch, der den Zelleninhalt mit dem Kern umschliesst; *c.* Stelle wo derselbe eingeschnürt ist (nicht beobachtet). 2. Eine Mutterzelle mit zwei Generationen; *d.* äussere Zellmembran der Mutterzelle; *e.* äussere Zellmembran der Knorpelcapseln oder der secundären Mutterzellen, die bei *f.* eine doppelte Scheidewand durch die Hauptmutterzelle bilden; *g g'* Tochterzellen.

Fig. 6. Knorpelzellen aus einem faserigen, sammtartigen Gelenkknorpel der *Condyli ossis femoris* des Menschen, 350mal vergr., alle in faseriger Grundsubstanz liegend und leicht sich isolirend. *a.* Einfache Zellen mit oder ohne verdickte Wand, einem oder zwei Kernen; *b.* Tochterzellen oder Zellen der ersten Generation mit 1 oder 2 Kernen, zu einer, zweien, fünfen und vielen in Mutterzellen *b'*; *c.* Zellen der zweiten Generation zu 1—3 in Zellen der ersten; *d.* freigewordene Gruppe von Tochterzellen.

tertiären Capseln umhüllt sind, oder als ein dichter Haufen die grosse Capsel erfüllen (Fig. 6).

Die Art und Weise wie die Kerne bei den zwei Formen der Zellenvermehrung sich vervielfältigen, ist schwer genau zu ermitteln, doch ist so viel sicher, dass, wo eine bestimmte Beobachtung möglich ist, immer zuerst die Kernkörperchen durch Theilung in zwei zerfallen und dann etwas auseinanderrücken. In den zugleich hiermit länglich gewordenen Kernen erscheint dann als erste Spur ihrer Theilung in der Regel eine mittlere Scheidewand, und dann treten zwei halbkugelförmige, dicht beisammenliegende Kerne auf, ohne dass es gelingt, die Art und Weise der Vermehrung bestimmt zu verfolgen. In einigen Fällen lässt sich jedoch unzweifelhaft sehen, dass die Vermehrung der Kerne durch Theilung statt hat, so dass ein länglicher Mutterkern mit 2 Kernkörperchen durch eine immer tiefer greifende mittlere Einschnürung schliesslich in zwei zerfällt und wird es so wahrscheinlich, dass wie bei den Zellen so auch bei den Kernen diese Vermehrungsweise die einzige ist. *Remak* und ich selbst glaubten zwar früher auch eine endogene Vermehrung von Kernen, so dass im Innern eines Mutterkernes zwei neue entstehen, vertreten zu können, da ich jedoch in neuerer Zeit, wo sich eine bestimmte Beobachtung anstellen liess, nur eine Theilung wahrgenommen habe, so ist mir wie *Remak* diese Art der Kernvermehrung so zweifelhaft geworden, dass ich dieselbe nicht mehr als bewiesen hinstellen mag.

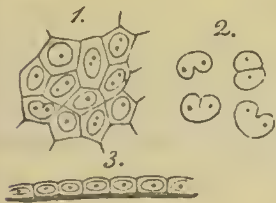
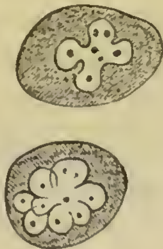


Fig. 7.


Fig. 8.

An die gewöhnliche Kerntheilung schliesst sich als Unterart die Vermehrung derselben durch gleichzeitige Bildung vieler sich abschnürender Sprossen an, die ich beobachtete (Würzb. Verh. VII. p. 188), eine Erfahrung, die *Virchow* bei einem Pigmentkrebse zu bestätigen Gelegenheit hatte (Arch. XI. p. 90). Diese Beobachtungen werfen ein Licht auf gewisse eigenthümliche Verhältnisse, wie das Vorkommen eines Kernes in den reifen Samenfädencysten der Frösche (Zeitschr. für wiss. Zool. VII. p 267. Taf. XIII. Fig. 5), und erklären vielleicht auch die Anwesenheit eines Kernes in Mutterzellen, die Tochterzellen einschliessen, wie es wenigstens von pathologischen Bildungen angegeben wird.

Ob die bisher angenommene freie endogene Zellenbildung, wie sie z. B. *Meissner* von den Samenelementen von *Mermis* beschreibt (l. s. c.) und wie ich sie bei der Embryonalentwickelung von *Ascaris dentata* annehmen zu dürfen glaubte (*Müll.* Arch. 1843), weil hier in den ersten Stadien statt Furchungskugeln nur Kerne sich bilden, auch ferner wird gehalten werden können, muss die Zukunft lehren. Nach dem jetzigen Stande der Dinge ist eine Zellenbildung direct um einen Kern — und geschehe sie auch in einer Mutterzelle — zum mindesten gesagt, sehr zweifelhaft, doch wird man immerhin gut thun, nicht vorschnell ein endgültiges Urtheil abzugeben, um so mehr, da es feststeht, dass eine endogene Zellenbildung vorkommt, bei welcher nur ein bestimmter, oft sehr kleiner Theil des Inhaltes der Mutterzelle zu-

Fig. 7. Epithel der *Vaginalis propria* 1. von der Fläche, 2. Kerne der Zellen, 3. Seitenansicht, 350mal vergr. vom Menschen.

Fig. 8. Grosse Zellen aus der Milz eines Kätzchens mit sprossenden Kernen, 350mal vergr.

Bildung der Tochterzellen verwendet wird. Ein solcher Vorgang findet sich entschieden bei der partiellen Furchung, bei welcher ein oft grosser Theil des Zelleninhaltes des Eies oder des Dotters an der Entwickelung der Embryonalanlage keinen directen Antheil nimmt. Ausserdem steht auch die pathologische Histiologie mit *Virchow's* Autorität für eine endogene Zellenbildung ein, die nicht den ganzen Inhalt einer Zelle betrifft, deren genaueres Verhalten freilich noch zu prüfen ist (Beitr. z. spec. Pathol. 1854. p. 329), und lehrt ferner die Botanik mit grosser Einmüthigkeit, dass im Embryosacke bei der Bildung der sogenannten Keimbläschen, so wie der Endospermzellen eine freie Zellenbildung sich findet. (M. vergl. *Hofmeister* in den Leipz. Sitzungsb. 1857.)

In Betreff der Furchung vergleiche man besonders *Remak's* (Unt. z. Entw.) und *Reichert's Müll.* Arch. 1861. St. 133) Angaben, die zu erneuten Untersuchungen auffordern. Sollten sich in der That die von diesen Forschern beschriebenen Hüllen der Furchungskugeln nachweisen lassen, so würde der Theorie des Primordialschlauches hieraus auf jeden Fall eine mächtige Unterstützung erwachsen und die totale Furchung als einfache endogene Zellentheilung, die partielle als Zellenvermehrung durch Sprossenbildung erscheinen.

In pathologischen Fällen findet sich eine Zellenvermehrung, die der Furchung sehr nahe zu stehen scheint und zwar in den Bindegewebskörperchen, gewissen Epithelialzellen und in den quergestreiften Muskelzellen in der Art, dass der ganze oder fast der ganze Inhalt dieser Zellen in kernhaltige Zellen übergeht. Von den Muskelfasern habe ich selbst beobachtet, dass beim Menschen bei Krebs (s. Mikr. Anat. II. 1. S. 260), bei Fröschen im Winter (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII) der ganze contractile Inhalt durch einen das Sarcolemma ganz erfüllenden Haufen kleiner rundlicher Zellen ersetzt gefunden wird und von den erstgenannten zwei Zellenformen wird von verschiedenen Autoren gemeldet, dass sie Schleim und Eiterzellen in sich erzeugen. Da in allen diesen Fällen an Theilungen eines Primordialschlauches wohl kaum wird gedacht werden können, so bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, dass das *Cytoplasma* um die Kerne zu rundlichen Ballen sich ansammelt, welche dann nachträglich Hüllen erhalten. In den Bindegewebskörperchen könnte ein solcher Vorgang Schritt für Schritt mit voranschreitender Vermehrung des ursprünglichen Kernes sich machen ganz nach Art der Furchung, bei den Muskelzellen dagegen würden die schon vorhandenen Kerne unmittelbar zu dieser Tochterzellenbildung verwerthet und liesse sich der Vorgang am nächsten an die oben erwähnte freie endogene Zellenbildung anreihen unter der Voraussetzung, dass das *Sarcolemma* einer Zellenhülle gleichwerthig ist.

§. 13.

Theorie der Zellenbildung. Wenn wir den wesentlichen Vorgängen bei der Zellenbildung nachforschen, so ist nicht zu verkennen, dass der Kern bei derselben eine Hauptrolle spielt. Niemals theilt sich eine Zelle, sei es frei oder im Innern einer secundären Zellhülle, bevor der Zellenkern sich vermehrt hat und stets ist auch die Zahl der Zellen, die aus einer Mutterzelle sich bilden, der Zahl der in der letztern entstandenen Kerne entsprechend. Es wird daher auch jede Erklärung der Vorgänge bei der Zellenbildung, oder mit andern Worten, bei der Theilung der Zellen — denn nur diese kann nach dem jetzigen Stande der Dinge als wirklich nachgewiesen angesehen werden — von den Kernen auszugehen und vor Allem aufzudecken haben, wie dieselben auf den Inhalt und die Hüllen der Zellen einwirken.

Zergliedern wir nun, um diese Verhältnisse der Erkenntniss möglichst nahe zu bringen, was nach der Theilung eines Kernes in zwei mit der Zelle vorgeht, so lehren uns namentlich die Furchungskugeln und dann auch frei sich theilende Zellen, wie Blutzellen, Lymphkörperchen u. a. m., dass das erste Zeichen der beginnenden Theilung die Bildung einer mittleren Einschnürung ist, deren Stellung immer genau der Richtung der Theilungslinie der

Kerne entspricht, in der Art, dass, wenn die Kerne in der Richtung der Längsaxe einer Zelle sich gespalten haben, auch diese der Länge nach sich theilt, während im entgegengesetzten Falle eine Trennung der Quere nach eintritt. Ist die erste Einschnürung oder Trennungsfurche einmal gebildet, so ziehen sich dann beide Zellenhälften immer mehr wie um ihre Kerne zusammen, die Furche wird immer tiefer, bis am Ende das zuletzt noch übrige schmale Verbindungsstück auch sich trennt. Nicht ausser Acht zu lassen ist, dass dem ganzen Vorgange in vielen Fällen eine Vergrösserung der betreffenden Zellen sammt ihren Kernen in der Längs- oder in der Querrichtung vorausgeht, doch würde man sehr irren, wenn man glauben wollte, dass diese Vergrösserung ein durchaus nothwendiger Vorläufer der Theilung sei, indem an gewissen Orten, wie namentlich bei der Furchung, Zellen sich theilen, ohne in ihren Grössenverhältnissen irgend eine Veränderung erlitten zu haben.

Etwas anders gestalten sich die Vorgänge bei der Theilung der Zellen unter Knospenbildung. Hier theilt sich die Mutterzelle nicht gleich, nachdem sie mehrere Kerne erhalten hat, sondern wächst zuerst nach verschiedenen Richtungen, und zwar entsprechend der Zahl der Kerne, einseitig aus, und erst diese kernhaltigen Knospen sind es dann, die, nachdem sie eine gewisse Reife erlangt haben, sich abschnüren, so jedoch, dass wie es scheint ein bedeutungsloser Rest der ursprünglichen Zelle übrig bleibt.

Um das Bild der Zellentheilung zu vervollständigen, muss nun auch noch der Kerntheilung selbst gedacht werden. Dieselbe wiederholt vollständig die Zellentheilung, und lässt sich in allen Zellen, die eine genaue Beobachtung zulassen, leicht nachweisen, dass bei ihr der *Nucleolus* genau dieselbe Rolle spielt, wie der Kern bei der Zelle. Beim *Nucleolus* jedoch lassen uns unsere Hülfsmittel im Stich und es lehrt die Erfahrung über ihn nichts weiter, als dass er sich theilt, ohne von den inneren Vorgängen desselben irgend eine Rechenschaft zu geben.

Hiermit wären so ziemlich die wichtigsten Erscheinungen, die bei der Zellentheilung vorkommen, angeführt und handelt es sich nun darum, das vereinende Band für dieselben aufzufinden. Hierbei zeigt sich jedoch klar, dass nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse eine Erklärung der Zellenbildung nicht zu geben ist. Immerhin wird es vielleicht doch erlaubt sein, folgendes besonders hervorzuheben:

1. Die Kerne wirken als Anziehungspunkte auf die Masse der Zellen und der *Nucleolus* auf die der Kerne.

Unter dieser Anziehung ist natürlich nicht eine Massenanziehung zu verstehen, sondern moleculäre Wirkungen, wie sie durch chemische und physikalische Kräfte zu Stande kommen und kann mit Bezug hierauf an die von den Kernen ausgehenden Saftströmungen bei Pflanzen, an die in der Nähe der Kerne sich bildenden Niederschläge und an den nicht zu bezweifelnden Einfluss derselben auf den Chemismus der Zellen, erinnert werden. Ausserdem möchte es aber auch erlaubt sein, hier die Bewegungserscheinungen des Zelleninhaltes herbeizuziehen. Wenn man bedenkt, welche bedeutenden Formveränderungen der Zellen durch die Zusammenziehungen ihres Inhaltes hervorgebracht werden, wenn man berücksichtigt, dass es immer wahrscheinlicher wird, dass alle jungen Zellen einen bewegungsfähigen

Inhalt besitzen, und endlich noch dazu nimmt, dass ein solcher gerade auch bei rasch sich vermehrenden Zellen, wie den Furchungskugeln der Frösche, gesehen wird, so ist es doch wohl nicht zu weit hergeholt, wenn man die Frage aufwirft, ob nicht gerade solche Zusammenziehungen bei der Zellentheilung die Hauptrolle spielen, als deren Anreger die Kerne anzusehen wären.

Auch bei den Kernen ist es wenigstens erlaubt, daran zu denken, dass bei ihrer Theilung Zusammenziehungen eine Rolle spielen, da für das Bewegungsvermögen des Kernsaftes wenigstens der Umstand spricht, dass die in so hohem Grade beweglichen Samenfäden nichts als verlängerte Kerne sind. Ja bei den Samenkörperchen der Nematoden, deren Bewegungen *Schneider* entdeckt hat, scheint selbst der Inhalt noch wenig veränderter Kerne (*Nelson*, *Thomson*) bewegungsfähig zu sein.

2. Die Zellenhüllen scheinen bei der Zellentheilung keine besondere Rolle zu spielen, sondern mehr nur unthätig dem sich theilenden Inhalte zu folgen.

Man hat offenbar die Bedeutung der Zellenhüllen bisher sehr überschätzt, doch hat es sich schon ergeben, dass dieselben bei den Bewegungen der Zellen wahrscheinlich nirgends eine thätige Rolle spielen. So könnte auch leicht sich herausstellen, dass dieselben auch bei der Zellentheilung selbst für den Fall, dass diese nicht wesentlich durch Bewegungen des Zelleninhaltes zu Stande kommt, nicht unmittelbar betheiligt sind. Mir wenigstens hat das Studium der sich theilenden rothen Blutzellen von Embryonen immer die Vorstellung erweckt, dass dieselbe mehr passiv dem Inhalt folge. Unterstützt wird diese Auffassung durch den Umstand, dass bei allen sich theilenden Zellen die Membranen äusserst zart sind, so zart, dass ja an vielen Orten (Furchungskugeln, Knorpelkörperchen) selbst das Vorhandensein derselben in Frage steht und wird man daher jedenfalls wenigstens insofern ganz im Rechte sein, wenn man die Behauptung ausspricht, dass dieselben sicherlich in keiner wesentlichen Weise die Veränderungen des Zelleninhaltes unterstützen.

Die Frage über die Bildung der Zellen ist jetzt, wo die Lehre von einer freien Zellenbildung in einem Cytoblasteme als beseitigt betrachtet werden kann, eine ganz andere als früher, wo man nach dem Vorgange von *Schleiden* und *Schwann* zu erklären versuchte, wie in einer Flüssigkeit ein *Nucleolus*, um diesen ein Kern und endlich eine Zellmembran sich bilde und hat aus diesem Grunde auch die namentlich seit *Schwann* beliebte Vergleichung der Zelle mit einem Krystalle nicht mehr die Bedeutung wie früher. Ich finde mich daher auch nicht veranlasst hier näher auf diesen Gegenstand einzugehen, doch kann ich nicht umhin zu bemerken, dass mit Hinsicht auf die erste Erzeugung organischer Formen eine solche Vergleichung immer ihren Werth behalten wird. — Die Frage nach den bei der Zellentheilung der Pflanzen wirksamen Kräften ist von der Botanik so zu sagen noch gar nicht ins Auge gefasst, doch scheint mir, dass eine nähere Untersuchung hier zu ähnlichen Ergebnissen führt, wie bei den Thieren, indem einerseits für die Zellenkerne ihre jeweilige Vermehrung vor der Theilung der Primordialschläuche nachgewiesen und anderseits das *Cytoplasma* der Pflanzenzellen wohl auch als allgemein bewegungsfähig angesehen werden darf.

Meine obige Aufstellung über die der Zellentheilung zu Grunde liegenden Ursachen ist nur als erste Andeutung von Werth. Die Richtigkeit derselben angenommen, bleibt ferner zu untersuchen, durch welche Vorgänge in seinem Innern der Kern Bewegungen des *Cytoplasma* und der *Nucleolus* Veränderungen des Kernsaftes veranlasst, sowie warum der *Nucleolus* selbst sich theilt. Erst wenn es gelungen sein wird auf diese Fragen genaue Antwort zu geben, wird sich dann weiter die Möglichkeit eröffnen zu sagen, warum

manchmal Zellen sich theilen, sobald sie 2 Kerne erhalten haben, in andern Fällen dagegen (quergestreifte Muskelfasern, vielkernige Zellen überhaupt) Zellen mit vielen Kernen keine Vermehrung erleiden.

§. 14.

Lebenserscheinungen der fertigen Zellen. Wachsthum. Sind die Zellen einmal gebildet, so treten an denselben eine bedeutende Zahl von Verrichtungen auf, die, wie die des ganzen Organismus, in animale und vegetative sich scheiden lassen. Die letzteren betreffen sowohl die Formverhältnisse der ganzen Zellen und ihres Inhaltes, als auch die chemische Zusammensetzung und lassen sich mit den Namen Wachsthum und Stoffwechsel bezeichnen.

Was das Wachsthum anlangt, so kommt ein solches wohl allen Zellen zu und kann in gewissen Fällen, wie bei den Eiern, den Linsenfasern, Elfenbeinzellen, den glatten und vor Allem bei den quergestreiften Muskelfasern zu ganz mächtigen Vergrösserungen führen. Dasselbe macht sich sowohl an dem Zelleninhalte als an den Zellenhüllen geltend, bei dem erstern als einfache Zunahme, bei den letztern in der Art, dass sie entweder in der Fläche sich ausdehnen oder sich verdicken, welche beiden Vorgänge auch verbunden erscheinen. Das Wachsthum der Zellen zeigt sich sehr gewöhnlich als ein allseitiges dann, wenn dieselben ohne Aenderung in der Form sich vergrössern, wie z. B. die Eier, viele Nervenzellen u. a., häufig aber auch als ein einseitiges bei allen Zellen, die in ihrer Gestalt von der früheren Kugelgestalt abweichen, und führt in diesem Falle oft zu den sonderbarsten Gestaltungen, wie denen der reich verästelten Pigment- und Nervenzellen. Verdickungen der Membranen sind in geringerem Grade bei fast allen Zellen zu finden, indem wohl alle mit dem Alter etwas fester werden, in bedeutenderer Weise zeigen sich dieselben nur an wenigen Orten, wie namentlich bei den Knorpelzellen, Eiern und gewissen Epithelialzellen. In den einen Fällen kommen dieselben auf Rechnung einer Zunahme der ursprünglichen Zellenhülle selbst, welche in vielen Fällen deutlich durch innere Anlagerungen sich macht, in den andern beruhen sie auf einer Zunahme der secundären Ablagerungen auf die äussere Fläche derselben, doch ist es im einzelnen Falle nicht immer leicht zu sagen, welches von beiden statt hat.

Auch die Kerne und Kernkörperchen betheiligen sich an dem Wachsthume der Zellen bis zu einem gewissen Grade. An den ersten ist allseitiges Wachsthum in allen sich vergrössernden Zellen sehr leicht nachzuweisen, an manchen, wie denen der glatten Muskeln, der Bindesubstanz, der Gefässepithelien und andern, auch eine einseitige Ausdehnung, in Folge welcher sie oft die Gestalt langer schmaler Stäbchen annehmen. Bei den Kernen gewisser Drüsenzellen von Insecten findet sich, wie *H. Meckel* zuerst angegeben hat, eine Umwandlung in stark verästelte Gebilde mit vielen Kernkörperchen, und von den Kernen der Samenzellen habe ich gezeigt, dass sie durch Verlängerung zu den beweglichen Samenfäden sich gestalten. Die *Nucleoli* wachsen ebenfalls nicht selten mit ihren Zellen (Ganglienkugeln, Eier), nehmen jedoch, ausser wenn sie sich theilen, nur sehr selten eine von der Kugelform abweichende Gestalt an.

Das Wachsthum der Zellen hängt mit der lebhaften Stoffaufnahme der-

selben aufs innigste zusammen, wovon im nächsten §. mehr. Hier möge nur bemerkt werden, dass beim allseitigen und einseitigen Wachsthum die Verhältnisse wohl nicht überall dieselben sind. Beim ersteren ist die Massenzunahme durch Aufnahme von neuen Stoffen von aussen klar, was dagegen die Vergrösserungen der Zellmembran in der Fläche und ihre Dickenzunahme betrifft, so können dieselben nicht anders gedacht werden, als indem man annimmt, dass aus den Flüssigkeiten, die dieselbe durchdringen und tränken, Theilchen sich niederschlagen und an die schon bestehenden Molecüle sich anlegen, bei welchem Vorgange mit *Schwann* verschiedene Möglichkeiten denkbar sind, ohne dass sich bis jetzt über das eigentliche Wesen desselben irgend etwas hat ermitteln lassen. Beim einseitigen Wachsthume liegen, sofern die Zellen bei demselben ihre Masse nicht ändern, vielleicht überall ursprünglich Zusammenziehungen des Zellensaftes zu Grunde, in Folge deren die Zellen spindel- oder sternförmig werden. Bleiben die Zellen frei und zartwandig, so dass die Hülle genau den Bewegungen des *Cytoplasma* folgt, so sind dann freilich solche Formen nicht nothwendig von Dauer, wie man bei gewissen Zellen niederer Thiere zu sehen Gelegenheit hat, doch können dieselben allerdings in gewissen Fällen auch Bestand haben, wie bei den Flimmerzellen, deren Cilien als solche durch Bewegungen des *Cytoplasma* erzeugte Bildungen angesehen werden können. Anders dagegen gestalten sich die Sachen, wenn die Zellen festere Hüllen erhalten oder untereinander sich verbinden; dann ist die neue Gestalt bleibend und bezieht sich die Bewegung, wenn sie sich erhält, nur noch auf den Zellensaft. Beleg hierfür sind die Pigmentzellen der Amphibien, die, auch wenn ihr *Cytoplasma* zu einem kugeligen Haufen zusammengezogen ist, doch nach *Lister* als sternförmige Bildungen sich erhalten, ferner wie ich vermuthen möchte alle untereinander verbundenen Zellen der Bindesubstanz überhaupt. Geschieht das einseitige Wachsthum mit Massenzunahme, wie bei den Muskelelementen beider Arten, so machen sich möglicher Weise neben einer ununterbrochenen Ablagerung von neuem *Cytoplasma* ebenfalls Bewegungserscheinungen geltend, in welchem Falle dann das ganze einseitige Zellenwachsthum auf eine und dieselbe Grunderscheinung zurückgeführt wäre.

Warum die Kerne in ihren Wachsthumserscheinungen so viel einfacher sich verhalten als die Zellen, ist noch nicht klar, dagegen verdient noch hervorgehoben zu werden, dass weil ein Wachsthum nicht bloss bei Zellen, Kernen und Kernkörperchen, sondern auch bei andern im Zelleninhalte befindlichen Bläschen vorkommt (siehe §. 8), dasselbe eine organischen Bläschen überhaupt zukommende Eigenschaft ist, welche nicht einseitig aus dem bei den Zellen zu beobachtenden zu erklären ist, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass das Wachsthum der Zellen nicht seine Besonderheiten darbiete.

Es liegt nahe, die Art und Energie des Wachsthums im Allgemeinen auf den Stoffwechsel in den betreffenden Bläschen, auf ihre chemische Zusammensetzung und gewisse äussere Verhältnisse zu beziehen. Besteht ein solches Gebilde nur aus Fett und einer Eiweisshülle, so wird das Wachsthum entweder ganz fehlen oder einfach auf eine gewisse Zunahme des Fetttropfens sich beschränken, im entgegengesetzten Falle wird eine grössere Entfaltung desselben möglich sein. Hier wird es jedoch wiederum darauf ankommen, welche Zufuhr von Stoffen gegeben ist und welche sonstigen Anregungen und Einwirkungen von aussen da sind. Befindet sich ein organisches Bläschen, wie etwa ein Kern oder ein Dotterbläschen in einem einfacheren, in seiner Zusammensetzung fast

unveränderlichen Mittel, dessen Theile alle unter demselben Drucke stehen, so wird sich dasselbe mit diesem Mittel eher ins Gleichgewicht setzen. Ist dagegen die umgebende Flüssigkeit, wie bei vielen Zellen die Ernährungsflüssigkeit, sehr wechselnd, steht dieselbe nicht immer unter dem gleichen Drucke, so dass der Stoffwechsel des Bläschens ein lebhafter ist, so ist die Möglichkeit zu grösserem Wachsthume gegeben. Bei den Zellen kommt nun gegenüber den Kernen sicherlich auch noch das in Betracht, dass sie eben im Kerne, der ja auch Stoffwechsel besitzt, ein Gebilde führen, das ihren eigenen Stoffumsatz lebhafter machen muss. — Der in dem § ausgesprochene Gedanke, dass das einseitige Wachsthum wesentlich mit den Bewegungserscheinungen des *Cytoplasma* zusammenhänge, verdient wohl Beachtung, immerhin nehme man denselben für nicht mehr als eine Andeutung, die noch nähere Beweise erwartet.

In Betreff der Verdickungen der Zellenhüllen, die gerade jetzt, wegen der durch *M. Schultze* neu angeregten Besprechung über den Begriff der Zelle von grösserer Bedeutung erscheinen, füge ich hier noch einiges bei. Vorher will ich jedoch noch anführen, dass *Schultze's* Aufstellung soeben in *L. Beale* und *Brücke* (ll. i. c.) neue Anhänger und in *V. Hensen* (l. i. c.) einen gewichtigen Gegner erhalten hat. Die Beweise von *Beale* und *Brücke*, welche die geringe Bedeutung der Zellenhülle darthun sollen, sind der Art, dass ich an dem nichts zu ändern vermag, was ich oben in dieser Beziehung beibrachte und sehe ich mich überhaupt genöthigt zu erklären, dass meiner Meinung nach eine Besprechung dieser Frage mit Forschern, die auf einem so abweichenden Standpunkte sich befinden — beide genannten Autoren läugnen selbst die Hüllen der rothen Blutzellen, was nicht einmal *Schultze* eingefallen ist — zu keinem Ergebnisse führen kann.

Was nun die Verdickungen der Zellenhüllen anlangt, so gehe ich davon aus, dass alle Zellen ursprünglich ganz zarte Hüllen besitzen, was eben die vielleicht nie ganz zum Abschlusse zu bringenden Streitigkeiten über ihr Vorkommen erklärt. Diess gilt sowohl von den ersten Elementen des sich entwickelnden Embryo oder den Furchungsabschnitten, als auch, obschon hier weniger Zweifel möglich sind, von manchen Formtheilchen des ausgebildeteren Geschöpfes, die, wenn man so sagen darf, auf embryonaler mehr unbestimmter Stufe sich befinden, wie den Markzellen sich entwickelnder Knochen, den farblosen Blutzellen und den Elementen aller folliculären Drüsen, den tiefsten Zellen der geschichteten Epithelial- und Epidermisbildungen, so wie den jüngsten Formen gewisser Drüsensäfte (Sperma, Milch, Eier). Bei den embryonalen Elementen nun tritt, wie wir oben schon sahen, sehr bald ein Zeitpunkt ein, wo dieselben entschiedene, wenn auch noch zarte Hüllen erhalten, und zwar scheint derselbe mit dem Beginne der Entwickelung der verschiedenen Gewebe zusammenzufallen. Die äussere und innere Epitheliallage des Embryo, die Chorda, die Blutelemente sind mit die ersten Theile, die deutliche Hüllen erlangen, dann folgen im mittleren Keimblatte die Bildungszellen der Muskeln, die Bindesubstanzzellen, die Drüsenzellen und die Bildungszellen der Capillaren und Nervenenden, zuletzt die Knorpelzellen und Ganglienzellen. Unter diesen Zellen verhalten sich jedoch nicht alle gleich, vielmehr lässt sich der Satz aufstellen, dass im Allgemeinen diejenigen, die längere Zeit durch Theilung sich vermehren, nach Massgabe der Dauer dieser Vermehrung weniger sich ausbilden und später festere Hüllen erhalten, als die andern, es sei denn, dass ganz besondere Verhältnisse dazu kommen, wie bei den Knorpelzellen. So die Epithelial- und Drüsenzellen, die farblosen Blutzellen, die Elemente der folliculären Drüsen u. s. w., während die Zellen der Chorda, bei denen die Vermehrung sehr bald aufhört, mit am frühesten mit scharf gezeichneten Hüllen sichtbar werden, ebenso die Pigmentzellen bei Froschlarven und die Bildungszellen der Capillaren des Blut- und Lymphgefässsystems. Man kann mithin *M. Schultze* wohl in so fern Recht geben, als es Elemente gibt, die ihre Hüllen weniger deutlich zur Schau tragen, allein diese Elemente sind alle in Entwickelung begriffene noch wenig ausgebildete und wird es Niemand im Ernste einfallen können, dieselben als Ausgangspunkte zu wählen, um den Begriff der Zelle zu bestimmen, ebenso wenig als der Begriff der quergestreiften Muskelfaser aus ihrer ersten Bildungszelle, der einer Pflanze oder eines Thieres aus dem Keime abgeleitet werden kann. Alle histiologisch ausgebildeteren Elemente, deren Form ausgeprägt ist und deren besondere Verrichtung begonnen hat, besitzen auch ihre Hüllen und kenne ich wenigstens beim Erwachsenen keine derartige Zelle, mit Ausnahme einiger zu höheren Elementen umgewandelten Elemente, an der

die Hülle sich nicht nachweisen liesse und mache ich vom Erwachsenen im Einzelnen namhaft: Alle Zellen der einfachen Cylinder-, Flimmer- und Pflasterepithelien, alle Zellen der geschichteten Epithelial- und Horngebilde mit Ausnahme der tiefsten Elemente, alle Drüsenepithelien, die Fettzellen, Bindegewebskörperchen, Pigmentzellen, quergestreiften vielkernigen Muskelzellen, Nervenfasern, Ganglienzellen, Blutzellen beider Arten, Knorpelzellen, die Zellen der folliculären Drüsen. Zweifelhaft sind im ausgebildeten Körper nur die Hüllen der tiefsten Zellen der Horngebilde (der Haare z. B.), der glatten Muskelzellen, der quergestreiften Faserzellen des Herzens, der Nervenzellen der Centralorgane, der Linsenfasern, allein auch hier berechtigt uns nichts die Hüllen zu läugnen, um so mehr, da an den oberflächlichen Linsenfasern, gewissen glatten Muskelzellen (*Uterus gravidus*), gewissen tiefsten Zellen der Horngebilde (Nägel z. B.) und gewissen Zellen des Nervensystems (der Ganglien) die Hüllen sich erkennen lassen.

Die Verdickungen der Zellenhüllen nun machen sich in den meisten Fällen so, dass mit dem Mikroskope nicht zu erkennen ist, ob dieselben durch Anlagerungen an oder auf die ursprüngliche Hülle oder durch Zwischenlagerungen von Molecülen zwischen die schon vorhandenen geschehen und können hier besonders die Elemente der Epithelien und Horngebilde namhaft gemacht werden, dann die quergestreiften vielkernigen Muskelzellen, deren Zellenhülle (*Sarcolemma*) entschieden mit dem Wachsthume fester wird, die Pigmentzellen und Bindegewebskörperchen, die Capillaren, deren Hülle einer Zellmembran gleichwerthig ist. In allen Fällen, in denen die Dicke der Wand eine bestimmte Beobachtung gestattet, zeigt sich jedoch, dass die Zunahme durch Ansatz an die vorhandene Hülle geschieht und wird es so wahrscheinlich, dass diese Art des Wachsthumes für alle Hüllen überhaupt Geltung hat. Dieser Ansatz ist übrigens ein doppelter. In den einen Fällen (geschichtete und z. Th. poröse Eihüllen, Knorpelcapseln) entstehen die Anlagerungen immer in unmittelbarer Nähe des Cytoplasma und erscheinen, je nachdem man der Theorie des Primordialschlauches huldigt oder nicht, als Auflagerungen auf diesen oder als Ablagerungen an der Innenfläche der ursprünglichen Zellenhülle, in den andern Fällen dagegen treten dieselben entschieden an der Aussenfläche der Zellhülle auf, mag dieselbe nun als innere oder äussere aufgefasst werden, wie bei den zottentragenden Eicapseln von Fischen (*Cyprinoiden*, *Scomberesoces*) und den Darmepithelcylindern mit poröser verdickter Wand. Aehnliches zeigt sich auch bei Pflanzen, deren Cellulosenhüllen entschieden von innen her sich verdicken, nichts destoweniger häufig auch äussere Auflagerungen darbieten.'

§. 15.

Stoffwechsel der Zellen. Stoffaufnahme und Stoffumwandlung. Um die Vorgänge des Stoffwechsels der Zellen klar zu übersehen, wäre es vor Allem nöthig, eine genauere Kenntniss der chemischen und morphologischen Verhältnisse des Zelleninhaltes zu haben als wir sie besitzen. Ersteres anlangend, so sind nur zwei Zellenarten, das Ei und die Blutzellen sorgfältiger untersucht, allein die letztern verhalten sich gerade so eigenthümlich, dass sie kaum als Vorbild der Zellen im Allgemeinen gelten können und sind wir somit eigentlich allein auf die Untersuchungen über den Eidotter angewiesen. Immerhin lässt sich aus diesen, zusammengehalten mit dem, was die Erforschung zellenreicher Organe, wie der Leber, Nieren, des Pancreas u. s. w. so wie die mikrochemische Prüfung vieler Zellen gelehrt hat, so viel entnehmen, dass viele Zellen neben dem gewöhnlichen *Cytoplasma* (s. §. 8), von dem eine genauere Kenntniss übrigens auch sehr wünschbar wäre, noch mannichfache eigenthümliche Stoffe in wechselnden Mengen führen, unter denen eigenthümliche Eiweisskörper, Schleimstoff, Farbstoffe, stärkemehlartige Stoffe, Zucker, Fette eine Hauptrolle spielen.

Die Vertheilung der Substanzen im Zelleninhalte anlangend, so führen

die bisherigen Erfahrungen zur Annahme, dass in dieser Hinsicht bei thierischen Zellen vorzüglich zwei Verhältnisse verwirklicht sind. In den einen Zellen nämlich ist der Inhalt, mag er nun diese oder jene chemische oder morphologische Eigenthümlichkeit besitzen, gleichmässig durch den ganzen Zellenraum vertheilt, während derselbe in den andern in zwei mehr weniger getrennte Theile zerfällt, von denen der eine aus Zellensaft, *Cytoplasma* (*Protoplasma* der Botaniker), der andere aus Zellenflüssigkeit besteht. Zu den ersten Zellen, die die monoplasmatischen heissen mögen, gehören alle jungen Zellen von Embryonen ohne Ausnahme, in denen der Inhalt einzig und allein verflüssigten Eidotter, das Urbild des Cytoplasma, enthält, ausserdem aber noch eine grosse Zahl von Zellen von Embryonen und Erwachsenen, unter denen wiederum zweierlei Formen vorzukommen scheinen, solche, deren Inhalt nur aus dem ursprünglichen Zellensafte oder Cytoplasma besteht, und andere, bei denen dem Cytoplasma noch andere Substanzen beigemengt sind. Wäre der ursprüngliche Zellensaft und der Zelleninhalt überhaupt genauer bekannt, so liesse sich in dieser Beziehung etwas Bestimmtes sagen, so aber kann man vorläufig nur vermuthen, dass zu den Zellen mit Cytoplasma allein die farblosen Blutzellen, Zellen der folliculären Drüsen, die jüngsten Elemente der geschichteten Horngebilde und vielleicht auch die Bindegewebskörperchen, Knochenzellen, Knorpelzellen und gewisse Drüsensaftzellen (Sperma) gehören, zu den andern dagegen die Elemente der Leber, Niere, des Pancreas, der Schleimdrüsen u. a. m. — Zellen, welche zweierlei scharf gesonderte Inhaltstheile führen, wie sie bei Pflanzen so gewöhnlich sind, sind bei Thieren seltener. Ich rechne zu denselben, die ich die diplasmatischen heisse: 1) die Fettzellen, bei denen das Cytoplasma auf eine dünne Lage um den Zellenkern beschränkt, die übrige Zellenhöhle von Einem Tropfen Fettes eingenommen ist; 2) die rothen Blutzellen, von denen *V. Hensen* gezeigt hat (l. i. c.), dass sie, wenigstens beim Frosche, ausser dem gefärbten Inhalte auch noch Cytoplasma führen; 3) die Zellen der *Chorda dorsalis* auf einer gewissen Stufe der Entwickelung, auf der der Inhalt noch nicht ganz verflüssigt ist; 4) die thierischen Zellen, in denen von mir Saftströmung gesehen ist (s. unten); 5) die einzelligen Drüsen, die einen besonderen Raum zur Aufnahme der Abscheidung darbieten (Insecten, *Lepidosiren*); 6) die Leberzellen von Mollusken und Krustern, bei denen die von *H. Meckel* beschriebenen Secretbläschen wohl ursprünglich nichts als vom Cytoplasma umgebene Hohlräume sind, die Fett oder Gallenfarbstoff enthalten; 7) die Nierenzellen von Mollusken *(H. Meckel)*, von denen dasselbe gilt. Ausserdem gehören nun wohl noch manche andere Zellen von Thieren in diese Abtheilung, in welcher Beziehung besonders *Leydig's* Arbeiten zu vergleichen sind, der auch die Angaben von *Meckel* verschiedentlich zu bestätigen Gelegenheit hatte, nur ist noch besonders hervorzuheben, dass zwischen den mono- und diplasmatischen Zellen die vielfältigsten Uebergänge sich finden. Alle diplasmatischen Zellen sind ursprünglich monoplasmatisch und durchlaufen eine ganze Reihe von Entwickelungsstufen, bevor sie an das andere Ende gelangen, Stufen, auf welchen eben gewisse Elemente zeitlebens sich erhalten, wie die Zellen mit scheinbar einfachem Inhalt, der doch nicht mehr bloss ursprüngliches Cytoplasma ist, von denen oben die Rede war und noch manche andere, unter denen vor Allem die

Zellen mit geformten Ablagerungen (Fetttropfen, Pigmentkörnchen, Dotterplättchen und Bläschen u. s. w.) zu nennen sind. — Zur Vervollständigung des Bildes sei nun auch noch erwähnt 1) dass in gewissen Zellen zuletzt das Cytoplasma ganz zu Grunde geht und nur Zellflüssigkeit übrig bleibt, wie in den Zellen der ausgebildeten Chorda von Fischen, in den Blutzellen der Säuger und des Menschen (?), in gewissen, wie es scheint, einzig und allein mit Schleimstoff erfüllten Zellen (?), in den Cysten des reifen Sperma (?) und 2) dass es auch Zellen gibt, die am Ende ihrer Lebensbahn weder Cytoplasma noch Zellflüssigkeit enthalten, wie die ganz verhornten Elemente der Epidermisgebilde.

Die bisherige Untersuchung hat gelehrt, dass die thierischen Zellen mit Bezug auf die Beschaffenheit des Inhaltes in sehr verschiedenen Formen vorkommen. Neben Zellen, die Cytoplasma allein enthalten, finden sich andere, die mit dem dichteren Cytoplasma scheinbar gleichmässig gemengt auch diese oder jene Flüssigkeit führen oder im Cytoplasma Körner verschiedener Art abgelagert zeigen, dann solche, die Zellsaft und Zellflüssigkeit ganz getrennt, jeden Saft in einem besonderen Raume, enthalten, endlich auch, obschon selten, eine Art, die nur Zellflüssigkeit und kein Cytoplasma mehr, ja selbst überhaupt keinen Inhalt besitzt. Es ist nun die Aufgabe der Mikroskopiker, zu zeigen, wie diese verschiedenen Gestalten zu einander sich verhalten, und überhaupt nachzuweisen, welchen Gesetzen der Stoffwechsel in den Zellen folgt.

Richten wir unser Augenmerk zuerst auf die Vorgänge im Innern der Zellen und nehmen wir die ersten Elemente von Embryonen als Ausgangspunkt, so finden wir, dass dieselben bei allen Geschöpfen neben dem Zellsafte auch eine gewisse Menge von geformten Theilchen (Dotterelemente aller Art) enthalten, welche als Nährstoff für dieselben anzusehen sind. Denn verfolgen wir diese Zellen weiter, so zeigt sich — was am schönsten bei den Batrachiern nachzuweisen ist — dass die fraglichen Theilchen nach und nach einschmelzen und sich auflösen, während zugleich die Zellen durch fortgesetzte Theilungen sich vervielfältigen. Zugleich beginnen auch schon in manchen Zellen besondere Thätigkeiten, wie die Bildung einer eigenen Zellflüssigkeit (Blutzellen), oder ein besonderer Gestaltungsvorgang im Cytoplasma (Ablagerung der quergestreiften Masse in den Muskelzellen), oder die Absetzung von neuen Stoffen in unlöslicher Form (Pigmentzellen). In sehr vielen embryonalen Elementen fehlen jedoch solche besonderen Vorgänge und beruht ihr Leben einfach darauf, dass dieselben nach und nach den vom Dotter erhaltenen Nährstoff aufzehren, bis sie endlich nichts anderes als einen Saft enthalten, den man als das Vorbild des Cytoplasma ansehen kann. Sind die Zellen einmal so weit, so tritt eine Reihe von Erscheinungen in den Vordergrund, die z. Th. wohl auch schon früher, aber nicht in erster Linie vertreten waren, nämlich eine Wandelbarkeit des Cytoplasma, die im Kleinen an das erinnert, was der Organismus im Grossen zeigt. Wenn wir oben annahmen, dass in den monoplasmatischen Zellen nur Cytoplasma enthalten sei, so war diess doch nicht ganz wörtlich zu verstehen, vielmehr ist nicht zu bezweifeln, dass auch in diesen Elementen der Inhalt einem beständigen Wechsel unterliegt, einerseits immerwährend langsam sich auflöst und anderseits wieder neu sich bildet. Nehmen wir gestützt auf die Untersuchung

des Eidotters an, dass das Cytoplasma wesentlich ein in Wasser unlöslicher Eiweisskörper ist, der mit einer gewissen Menge in Wasser gelöster Stoffe (Salzen, glycogener Substanz [?], Zucker) getränkt ist und ausserdem neutrale und stickstoffhaltige Fette und gewisse Salze (Erdsalze) fester gebunden enthält, und setzen wir ferner voraus, dass der Zelleninhalt in einer beständigen Wechselwirkung mit den umgebenden Flüssigkeiten ist, so dass vor Allem Sauerstoff, gelöste Eiweisskörper und Salze in die Zelle eindringen, so ergibt sich für gewöhnlich ein Stoffwechsel, bei dem einestheils durch Umsetzung des Cytoplasma lösliche stickstoffhaltige Substanzen (z. B. Leucin, Tyrosin, Kreatin, Harnsäure), ferner ebenfalls lösliche stickstofflose Stoffe (Zucker, organische Säuren), endlich auch gewisse Salze, Kohlensäure und Wasser sich bilden, während anderntheils der Zellsaft in seinen wesentlichen Theilen neu sich ergänzt. Die Energie dieser Vorgänge wird natürlich bei verschiedenen Zellen sehr wechseln. Es wird ferner Elemente geben, bei denen die Auflösung des Cytoplasma und der Ansatz sich das Gleichgewicht halten, andere, bei denen der Ansatz vorwiegt und noch andere endlich, bei denen die Auflösung das Uebergewicht hat. Endlich wird jeder dieser Vorgänge nicht immer an besondere Elemente gebunden sein, sondern an einem und demselben Gebilde in verschiedenen Zeiten vorkommen können, was dann leicht begreiflich eine grosse Zahl von Erscheinungsformen bedingt, welche zweckmässig noch durch einige Beispiele dem Verständnisse näher gebracht werden.

Halten wir uns für einmal nur an die einfacheren monoplasmatischen Zellen, so finden wir als Elemente, bei denen Ansatz und Auflösung sich das Gleichgewicht halten, erstens eine Menge Elemente ohne besonders hervortretende eigenthümliche Verrichtung, wie die Knorpelzellen des erwachsenen Organismus, die Elemente einfacher Epithelien, die Zellen der folliculären Drüsen, der Knochen u. a. mehr, zweitens aber auch Gebilde, wie die Muskelfasern und Nervenzellen, bei denen eine ganz besondere Leistung einen zeitenweise ungemein gesteigerten Stoffwechsel mit sich bringt. Da die chemische Zusammensetzung der Muskelzellen und auch ihre Umsetzungsstoffe ziemlich genau bekannt sind, so geben sie uns einen vortrefflichen Fingerzeig über die Art des Stoffwandels im Innern von Elementen, wobei freilich nicht zu vergessen ist, dass derselbe wohl nicht überall so verwickelt ist wie bei diesen so ungemein wichtigen Gebilden. Von besonderer Bedeutung sind auch die Zellen der Leuchtorgane von *Lampyris*, deren eiweissreiches Cytoplasma zeitenweise einer so mächtigen Verbrennung unterliegt, dass dabei Lichtentwickelung entsteht, bei welchem Vorgange auch, wie ich gezeigt habe, mikroskopisch nachweisbar harnsaures Ammoniak entsteht. — Zellen, bei denen der Ansatz vorwiegt, sind alle, die sich vergrössern, wie die sich entwickelnden Muskelzellen beider Arten, die Linsenfasern, gewisse Drüsenzellen (Samenzellen, Eier) u. s. w., dann einfach die Elemente, die in einem länger andauernden oder immerwährenden Vermehrungsvorgange unterliegen, wie viele embryonale Zellen, die tiefsten Elemente von Horngebilden, sich vermehrende Knorpelzellen u. a. m. — Elemente endlich, bei denen der Zellensaft vorwiegend in Auflösung begriffen ist, finden sich in allen physiologisch oder pathologisch schwindenden Organen, dann auch in gewissen bleibenden Theilen wie bei den Bindegewebskörperchen der elastischen

Bänder junger Geschöpfe, die mit der Entwickelung derselben endlich verloren gehen.

Wenden wir uns nun von den monoplasmatischen zu den zusammengesetzteren diplasmatischen Zellen und den Zwischenformen beider, so finden wir auch bei diesen im Wesentlichen die nämlichen Grunderscheinungen. Bemerkenswerth ist in chemischer Beziehung die Bildung besonderer Stoffe, die an besondere Organe gebunden sind, wie die von Schleimstoff, von löslichen und unlöslichen Eiweisskörpern eigener Art (Pepsin, Pancreatin, Eiweisskörper der Dotterplättchen der Fische und Amphibien), von Farbstoffen (Hämatin, Gallenfarbstoff, Melanin), von Fetten, Gallensäuren, Harnbestandtheilen u. s. w., von welchen Stoffen übrigens hervorgehoben zu werden verdient, dass ihre physiologische Bedeutung eine sehr verschiedene ist, indem die einen für das Zellenleben weiter keinen Werth besitzen, die andern dagegen, ähnlich den Amylumkörnern der Pflanzenzellen, einen Nährstoff darstellen, der später Verwendung findet und wieder zu Cytoplasma sich gestalten kann. In morphologischer Hinsicht zeigen sich an diesen Zellen besonders zwei Verhältnisse. In den einen Fällen lagern sich die neugebildeten oder frei gewordenen Stoffe in fester Form im Cytoplasma ab, wie die Körner von Pigment, die Eiweisskörperchen im Dotter, die Körner von harnsauren Salzen, von Kalksalzen (Zellen von niedern Thieren) u. s. w., während sie in andern im flüssigen Zustande verharren und dann wiederum ein doppeltes Schicksal erleiden. Die einen Zellflüssigkeiten nämlich bleiben ziemlich gleichmässig im Cytoplasma vertheilt und sind zur Ausscheidung bestimmt, wie die Erzeugnisse vieler Drüsen, die andern dagegen sammeln sich in besondern Räumen an und geben zur Bildung der ächten diplasmatischen Zellen Veranlassung, die oben schon aufgezählt wurden. Auch bei diesen Zellen allen treten übrigens die Lebenserscheinungen mit mannichfachen Abänderungen auf, wie bei denen mit einfachem Cytoplasma. Gewisse Zellen zeigen lange fortdauerndes Wachsthum mit immerwährender Ablagerung fester Körperchen und Cytoplasma im Innern (Eizellen), andere verbrauchen ihr Cytoplasma unter gleichzeitiger Bildung einer gewissen Menge von Zellflüssigkeit (Fettzellen, Blutzellen, Zellen der Chorda, der Leber und Nieren von Mollusken), so dass dasselbe am Ende nur noch spurweise vorhanden ist oder selbst ganz fehlt. Noch andere endlich bilden immerwährend besondere Stoffe aus dem Cytoplasma, ergänzen aber auch dasselbe stets neu (Zellen von Drüsen), ein Vorgang, der am klarsten bei den einzelligen Drüsen sich verfolgen lässt, die neben dem Hohlraume, der die Ausscheidung aufnimmt, stets eine reiche Menge von Cytoplasma zeigen und bewahren.

Bisher war nur von dem Inhalte der Zellen die Rede, nun ist aber zu bemerken, dass auch die Zellenhüllen in einer gewissen Weise an den Lebensvorgängen der Zellen Theil nehmen. Wie schon früher erwähnt, werden die Hüllen nicht nur bei den meisten Zellen mit dem Alter dicker und fester, sondern es nehmen dieselben auch eine andere chemische Beschaffenheit an und leisten den Säuren und Alkalien einen grösseren Widerstand (Epidermisgebilde, Blutzellen, Muskelfasern, Capillaren, Fettzellen, Knorpelzellen, Eier, Bindegewebskörperchen u. s. w.). Spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, worauf diese Erscheinung beruht, ob wirklich die ursprüngliche Zellhülle mit der Zeit in ihrer Zusammensetzung wechselt oder ob etwa

die Aenderung nur in der Aufnahme von Salzen begründet erscheint, ähnlich wie die Botaniker etwas der Art für die pflanzlichen Zellmembranen anzunehmen geneigt sind, oder endlich ob dieselbe, wie für die Knorpelzellen und Eier sicher sein möchte, nur von Ablagerungen aussen an den ursprünglichen Hüllen abhängig ist.

Versuchen wir nun eine Erklärung der eben geschilderten Erscheinungen des Stoffwechsels der Zellen, so tritt uns vor Allem die Frage entgegen, in welcher Weise die Stoffaufnahme der Zellen sich macht. Eine geringe Ueberlegung zeigt, dass bei derselben sehr viele Triebfedern sich vereinigen, um ein Gesammtergebniss hervorzubringen, so dass es eine schwierige Aufgabe ist, im einzelnen Falle nachzuweisen, wie dieselbe sich macht, um so mehr, da uns sicherlich noch manche und wohl gerade die wichtigsten Erscheinungen des Zellenlebens unbekannt sind. Als solche Einflüsse sind zu nennen der Blutdruck und die andern äussern Druckverhältnisse, diosmotische Strömungen, Imbibitionserscheinungen, Druckwirkungen innerhalb der Zellen selbst, chemische Vorgänge in denselben, Nerveneinflüsse. Obschon nun freilich wohl nie alle diese Verhältnisse gleichzeitig im Spiele sind, so gibt es doch Zellen genug, bei denen mehrere derselben mit einander wirken, und erscheint es daher zur Erleichterung der Auffassung am gerathensten, die einfachsten Fälle zum Ausgangspunkt zu wählen. Als solche möchten die zu bezeichnen sein, welche, sich anschliessend an das, was die einfachen Pflanzen zeigen, bei den niedersten Thieren, den Zellen von Embryonen und den frei in Flüssigkeit schwimmenden Zellen höherer Geschöpfe sich finden. Nehmen wir z. B. die ersten Zellen der Keimblase eines Säugethierembryo, die der Embryonalanlage eines niedern Wirbelthiers oder die ersten farblosen Blutzellen einer Froschlarve, welche mit Bezug auf die Stoffaufnahme einzig und allein auf den Dotter, die Flüssigkeit im Innern der Keimblase und das erste Blutplasma angewiesen sind, so ergibt sich bald, dass hier vor Allem die chemischen Vorgänge im Innern der Zellen und Imbibitionserscheinungen im Spiele sind. Am besten zeigen diess die Blutzellen der Froschlarven. Anfangs den übrigen embryonalen Zellen gleich und ganz mit Dotterkörnern vollgepfropft, erleiden dieselben bald im Innern mächtige Stoffumwandlungen, in Folge welcher die Dotterkörner nach und nach einschmelzen, während zugleich der rothe Farbstoff in ihnen sich entwickelt. Mit dieser Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Zelleninhaltes müssen nun auch die Beziehungen der Zellen zur umgebenden Flüssigkeit andere werden, und kann es keinem Zweifel unterliegen, dass Hand in Hand mit derselben Stoffe aus dem Plasma in die Zellen eindringen, umgekehrt aber auch Theile des Zelleninhaltes heraustreten, obschon die näheren Verhältnisse dieser Wechselbeziehungen nicht anzugeben sind. Man ist von jeher geneigt gewesen, solche Verhältnisse auf Endosmose zu beziehen, ich habe jedoch gezeigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. p. 253), dass die Blutzellen gegen verschiedene Salzlösungen sich keineswegs so verhalten, wie es nach den bekannten Erfahrungen über das endosmotische Aequivalent dieser Salze zu erwarten war, wogegen alle beobachteten Erscheinungen ganz gut mit dem stimmen, was ich von dem Verhalten imbibirter permeabler Elementartheile (Samenfäden, Nervenfasern, Muskelfasern) gegen Salzlösungen nachgewiesen habe. Man glaube jedoch nicht, dass dieser

Imbibitionsaustausch bei einem Blutkörperchen nun so verlaufe, wie etwa bei einer mit Salzlösung imbibirten Faser, die man in Wasser legt, vielmehr machen sich bei lebenden Elementartheilen noch andere Einflüsse geltend, vermöge welcher dieselben dem umgebenden Mittel gegenüber eine ganz besondere Zusammensetzung bewahren. So wenig als der Inhalt einer einzelligen Pflanze oder der Zellen einer Spongie oder eines andern in Wasser lebenden Thieres sich mit dem süssen oder salzigen Wasser ins Gleichgewicht setzt, so gut als der die Muskelfasern tränkende Muskelsaft gegenüber dem ernährenden Blutplasma seine Eigenthümlichkeit bewahrt, in gleicher Weise findet man auch bei den Blutzellen und im Allgemeinen bei allen Zellen, dass sie die besondere Eigenthümlichkeit, die sie erlangt haben, mit grosser Zähigkeit bewahren. Der Grund hiervon liegt nun wohl zum Theil darin, dass die Zellen die in sie eindringenden Substanzen immerwährend nach zwei Richtungen, vor- und rückschreitend, umwandeln, was, indem es den doppelten Imbibitionsstrom fortwährend rege erhält, zugleich den Zellen ihre besondere Zusammensetzung wahrt (man denke hier namentlich an die einzelligen Organismen beider Reiche, die aus wenigen einfachen Stoffen ihren mannichfaltigen Inhalt erzeugen), allein es möchte denn doch wahrscheinlich sein, dass ausserdem noch ganz dunkle Anziehungen und Abstossungen bei diesen Vorgängen mitwirken, welche einerseits die Bestandtheile der Zellen zusammenhalten und den Eintritt von gewissen Substanzen in sie verhindern, andrerseits aber auch das Aus- und Eindringen von solchen begünstigen. Wenn wir sehen, dass die Leberzellen den Zucker nur nach der einen, die Galle nach der andern Seite abgeben, sowie dass die Nierenzellen das in ihnen befindliche Eiweiss zurückhalten, wenn wir ferner bedenken, dass im Leben weder der Harn in der Blase, noch der Gallenfarbstoff in den Gallenorganen und im Darme aufgesaugt werden, während diess doch in der Leiche geschieht, wenn wir endlich noch dazu nehmen, welchen merkwürdigen Einfluss die Nerven auf den Chemismus der Muskelzellen und der Leuchtzellen von *Lampyris* haben, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass der Stoffwechsel der Zellen noch einen besonderen Regler hat, über den sich vorläufig nichts Bestimmtes aussagen lässt, obschon die Vermuthung nahe liegt, dass die sicherlich in den Zellen, so gut als in ihren Abkömmlingen, den Nervenröhren und Muskelfasern, vorkommenden electrischen Erscheinungen bei demselben betheiligt sind.

Bis jetzt war bloss von den einfachsten Formen der Stoffaufnahme durch die Zellen die Rede, man nehme nun aber noch folgendes hinzu. In sehr vielen Fällen ist der Blutdruck ein Hauptregler für den Eintritt von Stoffen, vor Allem bei den Drüsenzellen, was jedoch wiederum nicht so zu fassen ist, als ob nun die Zellen gerade alle aus den Capillaren austretenden Substanzen durchliessen. Auch die Endosmose kann ins Spiel kommen, wenn, wie z. B. bei der Darmschleimhaut, Zellenlagen zwischen den zwei in Wechselwirkung befindlichen Flüssigkeiten sich finden. Auf der äussern Oberfläche des Körpers befördert die Verdunstung den Uebertritt von Substanzen in die Epidermiszellen. Endlich entwickeln auch die Zellen selbst, wie *Donders* sinnreich auseinandergesetzt hat, besondere Druckerscheinungen unter dem Einflusse ihrer elastischen Membranen, die auch nicht ausser Acht zu lassen sind. — So kommen eine grosse Zahl äusserer und innerer Wirkungen zusammen, um den Vorgang der Stoffaufnahme durch

die Zellen zu einem der verwickeltesten, freilich aber auch für die Lehre von den Lebensvorgängen allerwichtigsten zu machen, dessen Erforschung von der Physiologie viel mehr in den Vordergrund gestellt zu werden verdient als es bisher geschehen ist.

Hier ist nun auch der Ort, von der Bedeutung der Zellenhüllen zu reden, die man theils über-, theils unterzuschätzen geneigt gewesen ist. Ich finde die Hauptbedeutung derselben darin, dass sie den Zelleninhalt gegen die umgebenden Flüssigkeiten schützen und demselben sowohl seine besondere Gestalt als auch seine selbständige Zusammensetzung bewahren helfen. Diess ist nun freilich in sehr verschiedenem Grade nöthig und wirklich der Fall. Besitzen die Zellen zarte Hüllen, so wird sich ihr Inhalt viel eher mit den Zwischensäften ins Gleichgewicht setzen und weniger eine besondere Zusammensetzung zeigen; sind die Umhüllungen dagegen fester, so bieten sie dem Eindringen von Stoffen ein grösseres Hinderniss dar und wird eher Gelegenheit zu eigenthümlichen Umgestaltungen des Inhaltes gegeben sein. Ferner den Schutz der Zellen anlangend, so ist zu beachten, dass Zellen, die nur Cytoplasma enthalten, welches in den Zwischenflüssigkeiten nicht löslich ist, weniger fester Hüllen bedürfen, als Elemente, die viel Zellflüssigkeit führen, die sich leicht vertheilt. So wenig als die pflanzlichen Elemente könnten diejenigen der höheren Thiere ohne solche Umhüllungen Bestand haben, dagegen soll nicht bestritten werden, dass bei den einfachsten Thierformen mit ihrer wandelbaren Leibesgestalt (Polythalamien, Spongien) Hüllen nicht gerade nothwendig sind.

Für die Vorgänge im Innern der Zellen hat sich bis jetzt nur ein geringes Verständniss eröffnet, immerhin kann man jetzt schon auf folgende Thatsachen aufmerksam machen.

1) Es ist nicht zu bezweifeln, dass der Stoffwechsel der Zellen hauptsächlich am Cytoplasma abläuft, indem die Bildung von Stoffen in Zellen von diesem aus geschieht und die Ernährung derselben stets auf Bildung von Zellsaft hinausläuft. Das Cytoplasma ist somit der vorzugsweise lebende Stoff der Zellen, was auch noch dadurch bewahrheitet wird, dass einzig und allein von demselben aus die Vermehrung der Zellen bewerkstelligt wird und das Cytoplasma allein bei den unten zu schildernden Bewegungserscheinungen von Zellen betheiligt ist. — Wenn aber auch so das Cytoplasma sicherlich die erste Stelle im Lebensvorgange der Zellen einnimmt, so ist doch nicht zu übersehen, dass auch die andern Zellenbestandtheile, die Zellflüssigkeit, die Hülle und die geformten Ablagerungen im Cytoplasma eine gewisse Rolle beim Stoffwechsel spielen. Von den Hüllen, deren chemische Umänderungen noch nicht aufgeklärt sind, lässt sich diess freilich für einmal nur vermuthen, dagegen wissen wir, dass geformte Ablagerungen im Zelleninhalte nicht immer unveränderliche Elemente sind, indem die Dotterkörner, die für die Ernährung der Zellen von Embryonen eine so wichtige Rolle spielen uns schlagend das Gegentheil lehren. Dasselbe gilt auch von den Zellflüssigkeiten und mache ich hier nur auf eines der belehrendsten Beispiele aufmerksam, auf die fetthaltigen Zellen (Leber von säugenden Thieren z. B.) und die eigentlichen Fettzellen, in denen das Fett ganz schwinden kann.

2) Sehr wichtig für den Stoffwechsel der Zellen ist zweitens ein Vorgang, den man einfach als Respiration der Zellen bezeichnen kann. Seit

man weiss, dass das Muskelgewebe O aufnimmt, und CO_2 abgibt, so wie dass alle Zwischenflüssigkeiten des Körpers diese Gase aufgelöst enthalten, bezweifelt wohl kein einsichtiger Mikroskopiker mehr, dass der Verbrennungsprocess, den man vom Organismus als Ganzem kennt, an allen Theilchen desselben abläuft. Dem Physiologen und Chemiker ist diese Anschauung noch weniger geläufig und kann man daher noch darauf aufmerksam machen, dass einzellige Thiere und Pflanzen auch respiriren, so wie dass bei den Thieren, deren Athmungsorgane baumförmig im Körper sich verästeln (Insecten), diese selbst an zelligen Elementen (Muskelzellen, Fettkörperzellen, Drüsenzellen, Zellen der Leuchtorgane von *Lampyris*) sich verzweigen, ja selbst, wie ich gezeigt habe, in das Innere von Zellen (bei den Spinnorganen von Raupen und, wie ich zu sehen glaube, auch bei den Muskelzellen) eindringen. — Ist dem so, so wird niemand anstehen beizustimmen, wenn ich behaupte, dass der in die Zellen eindringende O der Hauptanreger des Stoffwechsels derselben ist.

3) Von wesentlichem Einflusse ist ferner unstreitig der Zellenkern, denn ebenso wie er die Theilung der Zellen bedingt, ist er auch der Mittelpunkt für die Saftströmung und für die Niederschläge und Auflösungen in den Zellen, und hat er ferner den entschiedensten Einfluss auf das Wachsthum derselben, wie am besten auf der einen Seite die unter reichlichster Kernvermehrung so gewaltig heranwachsenden quergestreiften Muskelfasern und die mächtigen Zellen der Spinnorgane der Raupen mit ihren allseitig verästelten Kernen, auf der andern Seite der Umstand lehrt, dass Zellen, die ihre Kerne verloren haben, nie wachsen (rothe Blutzellen, Epidermisschuppen) oder zu Grunde gehen (der Atrophie des Schwanzes der Froschlarven geht nach *Bruch* ein Schwinden der Kerne voraus). Wird eine genauere Bezeichnung der Einwirkung der Kerne verlangt, so bleibt die Histiologie vorläufig die Antwort schuldig, doch kann bemerkt werden, dass man die Kerne schon mit Fermentkörpern verglichen hat, weil sie aus stickstoffreicher Substanz bestehen. Hiermit ist jedoch begreiflich sehr wenig gesagt, dagegen kann noch erwähnt werden, dass auch der Kernsaft einen Stoffwechsel darbietet, der freilich noch wenig bekannt ist und, wenigstens den morphologischen Verhältnissen nach zu urtheilen, mit dem der Zellen keine Vergleichung zulässt. Alles, was man sieht, ist eine Aufhellung oder Verflüssigung eines anfänglich zäheren Inhaltes, worauf es beruht, dass die Kerne in jungen Zellen mehr als helle festere Gebilde, in ältern deutlich als Bläschen erscheinen. Dagegen ist eine Bildung von Körnern in Kernen sehr selten (s. oben); auch Farbstoffe, Krystalle, Concretionen finden sich bei Thieren hier nicht, wogegen nach meinen Erfahrungen die Bildung der nesselnden Fäden der Wirbellosen in Kernen statt zu haben scheint.

Nichtsdestoweniger möchte es doch erlaubt sein, den Kernen einen lebhaften Stoffwechsel zuzuschreiben und spricht in diesem Sinne erstens ihr Verhalten gegen ammoniakalische Carminlösung, in welcher sie sich schneller als alle Theile der Zellen und dauernder färben *(Gerlach)*, was mit *L. Beale* vielleicht auf eine saure Reaction des Kernsaftes bezogen werden darf, und zweitens die Bedeutung gewisser Kerne, nämlich der Samenfäden, für die Befruchtung, darin bestehend, dass dieselben eine ganz eigenthümliche Einwirkung auf den Inhalt der Eizellen ausüben. Auch diese Thatsachen gestatten

jedoch keine genauere Bezeichnung der Art und Weise ihrer Einwirkung und ist es nicht mehr als Vermuthung, wenn ich äussere, dass der Kerninhalt vielleicht vor Allem eine besondere Anziehung für den O besitzt, hierdurch zum Sitze eines regen Stoffwechsels wird und so seine weitern Einwirkungen entfaltet.

4) Endlich kann noch bemerkt werden, dass der Stoffwechsel der Zellen auch unter dem Nerveneinflusse steht. Diess findet sich einmal bei den Muskelzellen aller Arten und den Pigmentzellen der Batrachier, insofern als deren Zusammenziehungen auch von Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung begleitet sind, und noch deutlicher zweitens bei den Zellen der Leuchtorgane von *Lampyris*, in denen unter dem Nerveneinflusse ein so vermehrter Stoffwechsel (Oxydation) auftritt, dass wirkliches Leuchten entsteht.

So wichtig nun auch alle die angeführten Thatsachen sein mögen, so reichen dieselben doch noch lange nicht aus, um den Stoffwechsel in den Zellen in seinen Gesetzen erfassen zu können und bleibt es ferneren Forschungen überlassen, in dieses dunkle Gebiet immer mehr Licht zu bringen.

L. Beale hat neulich (l. i. c.) eine Darstellung des Zellenlebens gegeben, die, wenn man von einigen neuen Bezeichnungen absieht, für uns in Deutschland kaum wesentlich Neues enthält. *Beale* unterscheidet an jeder Zelle eine »*germinal matter*« und »*formed material*«. Erstere ist der bildende, beim Stoffwechsel betheiligte Antheil der Zelle und entspricht so ziemlich unserm Cyto- oder Protoplasma und dem Zellenkern; letztere dagegen umfasst die von der ersteren erzeugten Stoffe, die Hüllen, Abscheidungen, Auflagerungen, Verdickungsschichten und im Innern erzeugten Zellflüssigkeiten und geformten Bildungen. So weit liegt in dieser Aufstellung sicherlich nichts Neues. Wenn dann aber *Beale* eine scharfe Trennung dieser beiden Zellentheile durchzuführen sucht und dem *formed material* einen weitern Antheil am Zellenleben abspricht, so geht er entschieden zu weit, denn wer wollte läugnen, dass auch die Zwischensubstanzen (man denke an die Bildung elastischer Fasern in denselben, an die Umwandlungen der Knorpelgrundsubstanz in älteren Knorpeln, an die Verkalkungen und Verknöcherungen der Zwischensubstanzen), Hüllen, Zellenflüssigkeiten und Zellenkörner (so die Körner des Eidotters) am Stoffwechsel Antheil nehmen, und dass dieser überhaupt nur durch das Zusammenwirken aller Zellen- und Gewebebestandtheile in der Art ins Leben tritt, wie es wirklich der Fall ist. Diese Sache ist von grösserer Tragweite, als sie auf den ersten Blick erscheint, denn *Beale* bekämpft auch *Virchow's* Lehre von den Zellenterritorien, oder von den Einflüssen der Elementartheile auf die sie umgebende Substanz, so wie die Annahme einer Einwirkung benachbarter Elemente aufeinander, Aufstellungen, die bisher mit Recht als Grundanschauungen in der Physiologie der pflanzlichen und thierischen Gewebe Geltung hatten.

Der Zelleninhalt ist neuerdings besonders von *V. Hensen* einer genaueren Besprechung gewürdigt worden, und vermuthet dieser Forscher, dass derselbe, wie bei den Pflanzenzellen, überall aus Zellsaft (Cyto- oder Protoplasma) und einer Zellenflüssigkeit bestehe. Dieser Ansicht kann ich nicht beipflichten, denn ich bin mit *M. Schultze* (*Müll.* Arch. 1861. S. 24) der Ansicht, dass in beiden Reichen viele Elemente vorkommen, die nur Cytoplasma enthalten. Dass Thiere auch Zellen haben, die im Bau den gewöhnlichen Pflanzenzellen gleichen, ist in dem § auseinandergesetzt, in dem diese wichtige Angelegenheit überhaupt ausführlicher abgehandelt ist.

§. 16.

Stoffabgabe der Zellen. Die Lebenserscheinungen thierischer Zellen beschränken sich nicht bloss darauf, Stoffe aufzunehmen und umzusetzen, sondern es werden auch wiederum Stoffe aus denselben frei, die dann in dieser oder jener Weise eine weitere Verwendung finden, oder einfach aus dem

Körper entfernt werden. In vielen Fällen geschieht diess so, dass die Zellen dabei vergehen, wie bei vielen Drüsen, bei denen die reife Ausscheidung (Milch, Sperma, Hauttalg, Galle niederer Thiere, Tinte der Cephalopoden) so zu sagen aus nichts anderem als dem Inhalte der Drüsenzellen besteht. Andere Male bleiben die Zellen unverändert, während sie nach aussen Stoffe abscheiden und dann zeigt sich der Vorgang in doppelter Weise.

1) Geben die Zellen Stoffe, die sie von aussen aufgenommen haben, unverändert wieder ab. Diess geschieht bei den Epitheliumzellen derjenigen Drüsen, die wie die Nieren, Thränendrüsen, Lungen u. s. w. einfach Stoffe aus dem Blute austreten lassen, ebenso bei den Zellen, die die Oberflächen seröser Häute und der äussern Haut bekleiden und wahrscheinlich bei noch manchen andern.

2) Scheiden die Zellen Substanzen ab, die sie in sich bereitet haben, so die Zellen der Leber Galle und Zucker, die der Magensaftdrüsen Pepsin, die des Pancreas einen Eiweisskörper und Leucin, die der Schleimhäute und Schleimdrüsen Schleim. Unter diese Abtheilung gehören auch alle Zellenabscheidungen, die in fester Gestalt aussen an den Zellen liegen bleiben.

Das Zustandekommen dieser Abscheidungen, von denen uns übrigens gewiss noch viele unbekannt sind, lässt sich in gewissen Fällen durch den zwischen dem Zelleninhalt und der umgebenden Flüssigkeit stattfindenden doppelten Diffusionsstrom erklären, in Folge dessen, wie wir oben sahen, nicht bloss Stoffe in die Zellen herein, sondern auch aus denselben heraus kommen, in andern kann jedoch hiervon keine Rede sein, und übernehmen der Blutdruck, die Verdunstung und endosmotische Strömungen, bei denen die Zellen eine mehr untergeordnete Bedeutung haben, die Hauptrolle, worüber der vorige §. nachzusehen ist.

Die ausgeschiedenen Stoffe zeigen häufig keine Beziehungen zu den Zellen, aus denen sie hervorgehen, und dienen entweder besonderen Zwecken oder werden gänzlich entfernt, wie bei den Drüsen; an andern Orten bleiben sie, feste Gestalt annehmend, aussen an den Zellen liegen (Extracellularsubstanzen und Cuticularbildungen), und bilden entweder äussere, der Cellulosenmembran der Pflanzen entsprechende Hüllen um die einzelnen Zellen, secundäre Zellmembranen, wie bei den Knorpelzellen und Eiern, oder grössere hautartige Bekleidungen ganzer Zellengruppen, wie die *Membranae propriae* der Drüsen (z. B. der Harnkanälchen), die eigentliche Scheide der *Chorda dorsalis*, die sogenannten Glashäute (Linsencapsel, *Demours*'sche Haut), oder endlich eigenthümliche, den Zellen einseitig anhaftende Massen, wie beim Zahnschmelz, an dem Cylinderepithel des Darmes. Hier ist nun auch der Ort, von den schon im §. 4 erwähnten Zwischensubstanzen zu reden, die in den meisten thierischen Organismen eine nicht unwichtige Rolle spielen und wenigstens zum Theil auf Rechnung von Zellenabscheidungen kommen. Solcher Zwischensubstanzen lassen sich vor Allem zwei Arten aufstellen, die, wenn auch weder anatomisch, noch in der Entwickelung scharf geschieden, doch in den Endgestalten sehr abweichen, und zwar:

1) Die flüssigen Zwischensubstanzen oder die Zwischenflüssigkeiten, als da sind das Blut und das Chylusplasma, die Drüsensäfte und Parenchymsäfte. Die Entstehung dieser Flüssigkeiten kommt bei Allen wenig-

stens in gewisser Beziehung auf Rechnung von zelligen Elementartheilen dieser oder jener Art, doch bilden dieselben als gänzlich formlos keinen Gegenstand der Untersuchung für die Anatomie und sind daher hier gar nicht weiter zu besprechen.

2) Die festen Zwischensubstanzen oder die Intercellularsubstanzen. Hierher gehören die Zwischenstoffe der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes aller Arten, dann der Knorpel, Knochen und Zähne, die wenigstens einem guten Theile nach einen besondern Bau darbieten und desshalb eine nähere Betrachtung verdienen.

Diese Intercellularsubstanzen erscheinen dem Baue nach wesentlich in zwei Formen. Die einen sind gleichartig und ohne Formtheilchen, so diejenigen der einfachen Bindesubstanz (Glaskörper), mancher Knorpel (hyaline Knorpel z. Th.) und des Zahnbeins. Die andern dagegen enthalten besondere Elemente, wie die leimgebenden Fibrillen im Bindegewebe, gewissen Knorpeln und den Knochen, die elastischen Fasern im Bindegewebe, dem elastischen Gewebe und den Netzknorpeln, die aus Holzfaser bestehenden Fibrillen im Mantel gewisser Tunicaten (*Cynthia*). Nimmt man hinzu, dass auch Körperchen verschiedener Art, vor Allem Fetttröpfchen und Kalkkörner in diesen Intercellularsubstanzen vorkommen können, so wie dass die Menge derselben eine sehr erhebliche ist, so wird ersichtlich, dass dieselben einen nicht unbedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des thierischen Organismus nehmen.

Bezüglich auf die Entwickelung der Intercellularsubstanzen, so könnte aus dem Umstande, dass in vielen Knorpeln die Capseln der früheren Mutterzellen zur Erzeugung einer gleichartigen Zwischenmasse verschmelzen, die Vermuthung abgeleitet werden, dass auch an andern Orten eine solche unmittelbare Betheiligung der Zellen an der Bildung derselben statt hat. Diess wird jedoch von der Erfahrung nicht bestätigt, vielmehr ergibt sich, dass an allen andern Orten die Zellen zu der Intercellularsubstanz nur in entfernterer Beziehung stehen, in welcher, ist schwer mit Bestimmtheit zu sagen. Da alle fraglichen Bildungen, wie ihr Name ausdrückt, zellige Elemente enthalten und die Betheiligung solcher an der Bildung fester, ausserhalb von ihnen gelegener Stoffe durch das häufige Vorkommen von Zellenabscheidungen von bestimmter Gestalt hinreichend feststeht, so möchte die Auffassung, dass die Intercellularsubstanzen wesentlich unter dem Einflusse der Zellen sich bilden, manches für sich haben. Dieser Satz ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob die Zellen die zwischen ihnen gelegenen Theile ganz und gar aus sich erzeugten, denn es ist klar, dass dieselben in vielen Fällen in erster Linie von Aussen her (z. B. vom Blute her) bezogen werden, derselbe besagt vielmehr nur so viel, dass die Zellen einerseits einen wesentlichen Einfluss auf die chemische Beschaffenheit der Intercellularsubstanzen besitzen, deren Stoffe ja als solche im Blute sich nicht finden (Schleim, leimgebende Substanz, elastische Substanz, Holzfaser), anderseits aber auch die Form bedingen, in der die Zwischensubstanz auftritt. Der letztere Umstand, der bis jetzt noch gar nicht gewürdigt worden ist, möchte namentlich alle Beachtung verdienen. Eine Sehne, ein Knorpel bestehen anfangs nur aus Zellen und bedingt die Anordnung und die Art des Wachsthums dieser die spätere eigenthümliche Gestalt derselben. Nie wächst ein solches Gebilde durch seine Zwischensubstanz weiter, sondern

immer sind es die geformten Elemente, die ihm seinen besondern Gang vorzeichnen und hierdurch ihren wichtigen bestimmenden Einfluss deutlich beurkunden.

Intercellularräume, durch die Ausscheidungen der Zellen zwischen ihnen sich bildend, sind bei Thieren noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen, doch gehören wohl die meisten Drüsenräume, die Höhlen des Herzens und der grösseren Gefässe, so wie die verdauenden Höhlen vieler niederen Thiere hierher, insofern, als dieselben durch Ausscheidung von Flüssigkeit im Innern von ursprünglich zusammenhängenden Zellenmassen zu entstehen scheinen.

Die in bestimmten Formen auftretenden Zellenausscheidungen oder die Extra- und Intercellularsubstanzen im weitesten Sinne, waren der früheren Histiologie ganz unbekannt, indem dieselbe alles, was zwischen den Elementartheilen sich befand, mit *Schwann* als Cytoblastem bezeichnete. Erst im Jahre 1845 wurde durch *Reichert* und mich die Forschung auf diese Bildungen gelenkt und dann später die Lehre von den geformten Zellenausscheidungen namentlich durch mich ausgebildet, in welcher Beziehung, sowie mit Rücksicht auf den jetzigen Stand dieser Angelegenheit ich auf meine ausführliche Abhandlung in den Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 37 verweise.

§. 17.

Animale Functionen der Zellen. Zu den Lebenserscheinungen der Zellen gehören auch gewisse Bewegungen, die an dem Cytoplasma auftreten und oft wichtige Gestaltänderungen der ganzen Zellen bedingen. Während vor noch nicht langer Zeit solche Bewegungen als höchst merkwürdige vereinzelte Erscheinungen angesehen wurden (man erinnere sich an *Siebold's* und meine Beobachtungen über die contractilen Zellen der Planarienembryonen, an *Vogt's* und meine Erfahrungen über die Bewegungen der Herzen von Alytes- und Sepiaembryonen zu einer Zeit, wo dieselben nur aus Zellen bestehen), haben sich in der neuesten Zeit die Wahrnehmungen über solche Vorgänge in der Art gemehrt, dass ich schon in 3. Auflage dieses Werkes mich veranlasst fand, die Frage aufzuwerfen, ob nicht der Inhalt aller und jeder thierischen Zellen in dieser oder jener Weise Bewegungserscheinungen darbiete, eine Frage, die sich wohl jetzt nahezu mit Bestimmtheit beantworten lässt. Doch sehen wir vorerst, bei welchen Elementen solche Erscheinungen beobachtet sind.

Nehmen wir keine Rücksicht auf die einfachsten Thierformen, deren einzellige Natur von Mehreren bezweifelt wird und auf jeden Fall nicht als über jeden Zweifel hinaus bewiesen anzusehen ist, so finden wir bei zusammengesetzten Organismen folgende Zellen als contractil:

1. Die Zellen der Leibessubstanz einfacher Thiere *(Hydra, Spongillen)*.
2. Den Inhalt der unbefruchteten oder befruchteten Eier (Zellen von Planarienembryonen, Furchungskugeln der Frösche, *Ecker*; Dotterkugeln des unbebrüteten Hühnereies, *Remak*; Dotter der Eier von *Gasterosteus*, *Ransom* [*Proc. of the R. Soc. of London* 1854. *Vol. VII. p.* 171]; Nahrungsdotter des befruchteten Hechteies, *Reichert*; unreifes Eierstocksei von *Helix pomatia*, *H. Müller* [Würzb. Verh. X. S. XXIII].
3. Die farblosen Blutzellen (bei Wirbelthieren und Wirbellosen gesehen von *Wharton Jones* und vielen Andern).

4. Gewisse Epithel- und Drüsenzellen (Flimmerzellen aller Art; Schleimkörperchen, *Huxley;* Eiterkörperchen, *Lieberkühn;* Leberzellen von Kaninchen, *Leuckart:* Inhalt der einzelligen Drüsen von *Distoma lanceolatum*. *Walter* [Zeitschrift f. wiss. Zool. VIII. p. 199]; ramificirte Pigmentzellen der Epidermis von *Rana, H. Müller*).
5. Zellen vom Werth der Bindegewebskörperchen (Pigmentzellen von *Batrachiern* und von *Chamaeleo, Brücke* u. A.; Bindegewebszellen von *Cyanea, Huxley* und von *Cassiopeia* und *Torpedo*, ich; Parenchymzellen der Cellulosenhülle von *Polyclinum*, ich).
6. Die Zellen des Muskelgewebes. (Embryonale Muskelzellen der Herzen von *Alytes, Sepia, Limax, Gallus* [*Vogt*, ich, *Gegenbaur, R. Wagner*]; Muskelzellen aus dem Herzen von Wiederkäuern, contractile Faserzellen und quergestreifte Muskelfasern).
7. Die Knorpelzellen der Kiemenstrahlen von *Branchyomma Dalyellii mihi* (s. Fig. 10).

Dieser Aufzählung zufolge sind es eigentlich von den selbständigen Zellen erwachsener Thiere nur zwei Arten, die Nervenzellen und die rothen Blutzellen, an denen noch keinerlei Bewegungserscheinungen wahrgenommen sind, und wird aus diesem Grunde doch zuzugeben sein, dass die Bewegungsfähigkeit mit grösster Wahrscheinlichkeit als eine allgemeine Eigenschaft der zelligen Elemente angesprochen werden darf, um so mehr, wenn man die Sache nicht so auffasst, als ob jede Zelle ohne Ausnahme bewegungsfähig sei, und sich darauf beschränkt anzunehmen, dass alle Zellen auf einer gewissen Stufe ihrer Entwickelung Bewegungen zeigen.

Es sind nun übrigens nicht bloss die Zellen, die Bewegungserscheinungen darbieten, sondern auch die Zellenkerne. Freilich sind dieselben hier einzig und allein gesehen bei den ächten Samenfäden, die, wie ich gezeigt habe, nichts als verlängerte Kerne sind, und bei den Samenkörperchen der *Nematoden* (*Schneider* in Monatsber. d. Berl. Akad. 1856. April, *Claparède* Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. p. 125), die ebenfalls Kernen entsprechen; immerhin lassen diese Thatsachen vermuthen, dass auch bei den Kernen die Bewegungsfähigkeit eine weiter verbreitete Erscheinung ist, die vielleicht auch bei den Theilungen derselben eine Rolle spielt.

Was nun die Art der beobachteten Bewegungen anlangt, so ist dieselbe nicht überall gleich. Jedermann kennt die Erscheinungen, die die Wimperhaare, Samenfäden, die Saftströmung in Zellen und die Muskelfasern zeigen und will ich daher nur die Bewegungen, die die übrigen Elemente darbieten, kurz berühren. Dieselben beruhen darauf, dass die Zellen langsam ihre Form ändern, indem sie stellenweise sich zusammenziehen und wieder sich ausdehnen, welche Vorgänge bald mehr, bald weniger ausgeprägt vorkommen. In den einen Fällen entstehen schöne, abwechselnd von einem Zellenpole zum andern fortschreitende Einschnürungen, wie bei den Zellen der *Planarien*, oder es zeigen die Zellen als Endgestalten die einer Kugel und eines vielstrahligen Sternes (Zellen von *Polyclinum*, Blutzellen) (Fig. 9). An den Pigmentzellen der *Batrachier* will *Lister* (Phil. Trans. 1859. II. p. 627), der dieselben sehr sorgfältig studirt hat, die merkwürdige Beobachtung gemacht haben, dass die Zellen, nicht wie allgemein angenommen wird, bald sternförmig und bald rund sind, vielmehr ihre sternförmige Gestalt immerwährend

behalten und ihre scheinbar runde Form nur dadurch erlangen, dass die Pigmentkörner in den Zellenkörper sich zusammenziehen, wodurch dann die leer oder besser farblos zurückbleibenden Strahlen dem Blicke fast ganz sich entziehen. Diese Pigmentzellen sind auch dadurch von Bedeutung, dass das Nervensystem einen entschiedenen Einfluss auf ihre Bewegungen hat, was an die Muskelzellen erinnert. — Eine eigene Art der Bewegung der Zellen ist die **Saftströmung** im Innern bei äusserlich gleichbleibender Gestalt der Zellen, die freilich bis jetzt nur an wenig Orten gesehen ist und zwar von mir in Zellen von *Polyclinum stellatum* und den Knorpelzellen der Kiemenstrahlen von *Branchyomma Dalyellii mihi (Amphitrite bombyx Dalyell)*. Dieselbe beruht wie bei Pflanzen auf Strömungen des Cytoplasma, die von der Gegend des Kernes ausgehen und wieder zu demselben zurückkehren (Fig. 10). Wenn, woran nicht zu zweifeln, die *Protozoen* einzellige Thiere sind, so gehören auch die Saftströmungen von *Loxodes bursaria* und die contractilen Räume vieler Gattungen hierher.



Fig. 9.

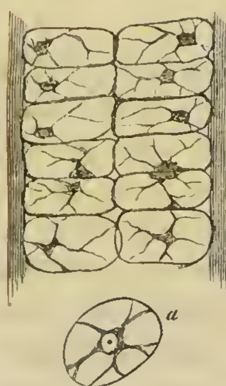


Fig. 10.

Da erst die neueste Zeit die Bewegungsweisen der einfachen Zellen zu untersuchen begonnen hat, so ist es auch noch nicht möglich, etwas ganz Bestimmtes über die ihnen zu Grunde liegenden Ursachen anzugeben. Immerhin lässt sich in dieser Beziehung Folgendes aufstellen.

Erstens ist es wohl unzweifelhaft, dass, wie **Donders** zuerst ausgesprochen hat, nicht die Hüllen, sondern der Inhalt der allein bewegliche Theil der Zellen ist. Die Beweise von **Donders** waren freilich noch etwas mangelhaft, indem er sich allein darauf stützte, dass an den Muskelfasern nur der Inhalt bewegungsfähig sei, sowie dass viele Zellen ganz entschieden kein Zusammenziehungsvermögen besitzen. Wir fügen der ersten Thatsache — denn die letztere ist ohne grössere Beweiskraft — nun noch die bei, dass für Bewegungen des Zelleninhaltes auch die Saftströmungen in Pflanzen- und Thierzellen sprechen, ferner die Bewegungserscheinungen an den Pigmentzellen der Batrachier, bei denen die Hülle als entschieden unbetheiligt nachgewiesen ist, sowie endlich, wenn diess herbeigezogen werden darf, die contractilen Räume der einzelligen Protozoen. Da somit die Beweglichkeit des Inhaltes durch eine, wenn auch nicht grosse, doch bestimmte Zahl von Thatsachen nachgewiesen ist, ein Zusammenziehungsvermögen der Hüllen dagegen sich noch nirgends hat auffinden lassen, so sind wir wohl berechtigt anzunehmen, dass die genannte physiologische Eigenschaft überall nur dem erstern zukömmt. Ist diese Auffassung richtig, so ergeben sich dann einige weitere Schlüsse, vor Allem der, dass die Flimmerhaare an Epithelzellen höchst wahrscheinlich nicht blosse Fortsätze der Hülle, sondern dieser und des Zelleninhaltes sind. Vielleicht gibt es auch Zellen, bei denen, nach Analogie der wimpernden Pflanzensporen, die Cilien durch Lücken einer festeren Zellenhülle zu Tage treten und unmittelbare Verlän-

Fig. 9. Blutzellen vom Krebs, 400mal vergr. Nach *Häckel*. *a, b, c, d.* Die Form, welche die meisten beim Ausfliessen des Blutes aus dem lebendigen Thiere zeigen. *e.* Eine Zelle mit 2 Kernen. *f, g, h.* Verschiedene Formen, die die Zellen ausserhalb des Körpers bei ihren amöbenartigen Bewegungen annehmen. *i.* Die kugelig zusammengezogene Form, die die meisten Zellen im frei geronnenen Blute zeigen.

Fig. 10. Ein Theil des Knorpelstrahls eines Kiemenfadens eines Kopfkiemers (*Branchiomma Dalyellii mihi*) mit Saftströmchen in den Knorpelzellen, *a* eine isolirte Knorpelzelle, 350mal vergr.

gerungen der eingeschlossenen primordialen Zelle sind. Für die Samenfäden endlich wird es wahrscheinlich, dass der allein bewegliche Faden eine Fortsetzung des Kerninhaltes ist.

Versuchen wir zweitens den bewegungsfähigen Inhalt genauer zu bestimmen, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass derselbe wohl überall ein stickstoffhaltiger Stoff oder ein Eiweisskörper ist. In den Muskelfasern beider Arten ist es der Muskelfaserstoff, der die Bewegungen vermittelt; aus einem den Eiweisskörpern verwandten Stoffe bestehen auch die Samenfäden; die beweglichen Dotter und der Zellensaft embryonaler Zellen sind ebenfalls eiweissreich und dasselbe gilt von dem an den Saftströmungen der Zellen betheiligten Cytoplasma und der zusammenziehungsfähigen Leibessubstanz der Protozoen. — Da nun, wie wir oben sahen, das Cytoplasma oder der ursprüngliche Zellensaft ein eiweissreicher Stoff ist, und besonders junge Zellen, die noch Cytoplasma enthalten, Bewegungen darbieten, so wird man auch die Vermuthung aussprechen dürfen, dass das Cytoplasma überhaupt (das Protoplasma der Botaniker) bei den Zellen der höhern Organismen beider Reiche und den einzelligen Formen derselben Zusammenziehungsvermögen besitzt. In allen Zellen, in denen das Cytoplasma sich erhält, würde dann auch diese Verrichtung bleiben, wie z. B. in den Muskelzellen, in allen andern dagegen, sobald es andern Zellenflüssigkeiten (Schleim, Fett, Hämatin, Wasser u. s. f.) Platz macht, schwinden.

Ueber die den Bewegungen des Cytoplasma in letzter Linie zu Grunde liegenden Ursachen etwas zu sagen, ist für einmal nicht möglich. Auf der einen Seite ist es wahrscheinlich, dass die Grunderscheinung überall wesentlich dieselbe ist, ebensowenig ist aber auf der andern Seite möglich zu verkennen, dass die Aeusserungen derselben und die bestimmenden Einwirkungen verschiedentlich von einander abweichen und braucht man nur an die Samenfäden, Wimperhaare, Saftströmungen, contractilen Räume der Protozoen, amöbenartigen farblosen Blutzellen und Bindesubstanzzellen einerseits und die willkürlichen Bewegungen der Protozoen und die unter dem Einflusse des Nervensystems stehenden Pigmentzellen der Batrachier und beiderlei Muskelzellen aller Thiere anderseits zu erinnern, um zu zeigen, dass in diesem Gebiete innerhalb der wohl sicher vorhandenen Einheit doch eine grosse Mannichfaltigkeit im Einzelnen gegeben ist. Auch in der Form — man denke nur an die Fibrillen der höhern Muskelfasern und das scheinbar gleichartige Cytoplasma der übrigen zusammenziehungsfähigen Elemente — und in der chemischen Zusammensetzung stimmen übrigens die verschiedenen beweglichen Elementartheile nicht genau überein und wird es eine wichtige Aufgabe späterer Zeiten sein zu zeigen, wie auch hier Form, Mischung und Verrichtung in der innigsten Beziehung zu einander stehn.

Die sogenannte *Brown*'sche Molecularbewegung, d. h. ein mehr oder minder lebhaftes Zittern von Körnchen ohne grössere Ortsveränderung, die man unter dem Mikroskope in verschiedenen Zellenarten, am schönsten an den Pigmentzellen der *Chorioidea* und den Schleimkörperchen nach Wasserzusatz wahrnimmt, ist wohl kaum unter die auch während des Lebens vorkommenden Erscheinungen zu rechnen. Denn einmal hat man diese Bewegungsform noch nie an Zellen gesehen, die ganz in natürlichen Verhältnissen sich fanden, und zweitens findet sich dieselbe noch schöner an frei in Flüssigkeit enthaltenen kleinen Körperchen, wie den Pigmentmoleculen der erwähnten Zellen, den Dotterbläschen vieler Thiere, ja selbst an den krystallinischen Otolithen und Kalkkrystallen am Nervensystem der Amphibien.

2. Von den höher entwickelten Zellen.

§. 18.

Das Schicksal der Zellen, welche in früheren oder späteren Zeiten im Körper sich finden, ist ein sehr verschiedenartiges. Ein sehr beträchtlicher Theil derselben bleibt nur kurze Zeit im ursprünglichen Zustande bestehen und verschmilzt später mit andern zur Bildung der höhern Elementartheile. Ein anderer Theil geht zwar keine solchen Verbindungen ein, ändert jedoch mehr oder weniger seine frühere Natur und bildet höher entwickelte Formen.

Viele Zellen endlich machen nie Umwandlungen durch, bleiben vielmehr als Zellen bestehen, bis sie früher oder später, oft erst mit dem Untergange des Organismus, zufällig oder gesetzmässig vergehen, wie die Epithelien, Drüsenparenchymzellen, Drüsensaftzellen, Ganglienzellen, Knorpelzellen. Diesem zufolge lassen sich die Zellen in bleibende und in solche, die in die Bildung höherer Elementartheile eingehen, eintheilen, und bei den ersteren sind wiederum die einfacheren Formen von den höheren zu unterscheiden. Erstere sind schon im bisherigen genügend abgehandelt und erübrigt nur noch die letztern aufzuführen, was jedoch hier nur übersichtlich geschieht, da dieselben später ausführlich werden behandelt werden. Als höher entwickelte Zellen ergeben sich:

A. Aus der Gruppe des Zellengewebes.

1) Die Linsenfasern, sehr verlängerte bandförmige Zellen mit zähem eiweissreichem Inhalte und einem Kern.

2) Die einzelligen Drüsen der Wirbellosen. Grössere mit einem Ausführungsgange versehene und frei ausmündende Zellen, die wie grosse Drüsen Stoffe bereiten und ausscheiden.

3) Gewisse durch Grösse und Besonderheit des Inhaltes ausgezeichnete Drüsengewebs- und Drüsensaftzellen. Viele Eier, Zellen der Spinndrüsen von Raupen.

4) Die aus einfachen Zellen hervorgegangenen Schuppen und Haare von Insecten.

B. Aus der Gruppe der Bindesubstanz.

5) Die nicht anastomosirenden sternförmigen Bindegewebskörperchen aller Art, vor Allem die Pigmentzellen.

C. Aus der Gruppe des Muskelgewebes.

6) Die contractilen Faserzellen, spindelförmige, leicht abgeplattete, bedeutend verlängerte Zellen mit einem Kern, deren Inhalt in eine weiche zusammenziehungsfähige, manchmal quergestreifte Substanz umgewandelt ist. In den glatten Muskeln und im Herzen vieler Thiere.

7) Die quergestreiften Muskelfasern. Ungemein verlängerte, im Inhalt eigenthümlich umgewandelte, sehr contractile Zellen mit vielen Kernen. In den animalen Muskeln.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass von diesen höher entwickelten Zellenformen die mannichfachsten Uebergänge zu den einfacheren vorkommen, so wie dass dieselben auch, besonders durch die anastomosirenden Bindegewebskörperchen aller Art und die quergestreiften Muskelfasern, die physiologisch und zum Theil auch anatomisch einer ganzen Zellenreihe gleichwerthig sind, sich enge an die höheren Elementartheile anschliessen. Man wolle daher die hier gegebenen Abgrenzungen in keinem andern Sinne auffassen als in dem, in welchem sie gemeint sind.

B. Höhere Elementartheile.

§. 19.

Als höhere Elementartheile können die Formen bezeichnet werden, bei denen eine ganze Summe von Zellen zur Bildung einer höheren Einheit

verbunden ist. Die Art und Weise, wie diess geschieht, ist eine mehrfache. Entweder nämlich behalten die Zellen, indem sie verschmelzen, noch ihre Zellennatur und theilweise auch ihre Selbständigkeit, und dann entstehen, je nachdem es spindel- oder sternförmige Zellen sind, Zellenfasern und Zellennetze, oder die Zellen geben bei der Vereinigung ihre Selbständigkeit ganz auf, und in diesem Falle bilden sich, je nachdem die Zellen linienförmig an einander sich reihen oder durch mehrfache Ausläufer sich verbinden oder von allen Seiten her ganz und gar mit einander verschmelzen, langgestreckte Elementartheile und Netze, die wiederum je nach der Art der Umwandlung des Inhaltes der vereinigten Zellen als Fasern und Röhren, als Fasernetze und Röhrengeflechte erscheinen können. Da alle diese Elementartheile weiter unten bei den Geweben ausführlicher besprochen werden, so genügt es dieselben in Folgendem kurz aufzuzählen.

Es sind:

I. Höhere Elementartheile, welche die sie zusammensetzenden Zellen noch mehr weniger deutlich zeigen.

1) Zellennetze des Zellengewebes.
Hier weiss ich nur die eigenthümlichen netzförmig verbundenen Epithelialzellen der Eicapseln von *Perca* namhaft zu machen, die später die äussere Röhrchenhülle der Eier darstellen.

2) Zellennetze aus dem Gewebe der Bindesubstanzen.
Hierher gehören die Bindegewebskörperchen (*Virchow*), alle Netze von Pigmentzellen, die Knochenzellen und Zahnkanälchen, der Fettkörper der Lepidopteren (*H. Meyer* in Zeitschr. f. w. Zool. I. S. 178).

3) Zellennetze aus der Abtheilung des Muskelgewebes.
Netze sternförmiger glatter und quergestreifter Zellen aus dem Herzen und der Haut niederer Thiere.

4) Zellennetze aus dem Gewebe der Nerven.
Nervenzellennetze der Retina und der Centralorgane.

II. Höhere Elementartheile, deren Bildungszellen nicht mehr zu erkennen sind.

5) Kernlose Fasernetze des cytogenen Gewebes (s. §. 25).
6) Fasernetze der quergestreiften Muskeln im Herzen.
7) Fasern und Fasernetze des Nervengewebes.
8) Röhren und Röhrengeflechte der Blut- und Lymphcapillaren.
9) Röhren und Röhrengeflechte der feinsten Tracheen der Wirbellosen.

Alle höher entwickelten einfachen Zellen, so wie die höheren Elementartheile, zeigen, was die vegetativen Leistungen anlangt, im Wesentlichen dasselbe wie die Zellen, nämlich Wachsthum und Stoffwechsel, nur dass mit Ausnahme einiger Formen (Eier, Nervenzellen, Muskelfasern) der Vorgang der Vermehrung bei regelrechten Verhältnissen nicht zu beobachten ist. Ebenso kommt gewissen derselben auch Bewegungsvermögen zu und ausserdem noch wie bei den Nervenelementen besondere Verrichtungen. Da die Lebenserscheinungen der Zellen im Früheren unter Rücksichtnahme auch auf die höhe-

ren Formen schon dargestellt sind, so will ich hier nur noch einiger besonderen Verhältnisse Erwähnung thun.

Der Inhalt der höheren Elementartheile verhält sich zum Theil ebenso wie bei den einfachen Zellen, zum Theil erleidet derselbe bei ihrer Ausbildung eigenthümliche Umwandlungen, von denen die bemerkenswerthesten die sind, die man an den quergestreiften Muskelfasern und den Nervenröhren bemerkt, in welchen Fällen derselbe zum Theil zu Fasern (Muskelfibrillen, Axencylinder) sich umbildet, und an den Tracheenenden und gewissen einzelligen Drüsen, in denen Chitinröhrchen entstehen. Die Kerne erhalten sich in allen höheren Elementartheilen, die auch nach ihrer vollen Ausbildung einen lebhaften Stoffwechsel darbieten, wie in den beiderlei Muskelfasern, den Nervenröhren, Linsenfasern, vielen Saftzellen des Bindegewebes, Knochenzellen, Capillaren, Tracheenenden, einzelligen Drüsen, gehen dagegen zu Grunde, wo diess nicht der Fall ist, wie bei den Schuppen und Haaren von Insecten und den aus Bindegewebskörperchen entstehenden Fasernetzen, wodurch wiederum die grosse Bedeutung dieser Gebilde für den Stoffwechsel der Elementartheile sich bewahrheitet. Endlich sei noch erwähnt, dass, abgesehen von den Schuppen und Haaren von Insecten, bei denen solche nachgewiesen sind, vielleicht auch noch bei andern der hier besprochenen höhern Formen geformte Ausscheidungen vorkommen. Dieser Gesichtspunkt möchte vorzüglich bei der Hülle der Capillaren und dem Sarcolemma der Muskelfasern ins Auge zu fassen sein, bei denen es nahe liegt, daran zu denken, dass sie secundären Zellmembranen entsprechen.

Nimmt man Alles zusammen, auch das, was hier nicht weiter ausgeführt wurde, so ergibt sich, dass die höher entwickelten Zellen und die höheren Elementartheile durch die Mannichfaltigkeit ihrer Leistungen die einfachen Zellen bei weitem übertreffen, was sich leicht begreift, wenn man bedenkt, dass gerade diese Formen das Thier gegenüber der Pflanze bezeichnen, indem dieselben vor Allem theils dem Kreislaufe der Säfte und der Luft besondere Organe (Capillaren, Tracheen, Saftzellen, Knochenzellen, Zahnkanälchen) bieten, theils (Muskelfasern, Nervenelemente) den Bewegungen und Empfindungen als Vermittler dienen.

Literatur der Elementartheile. Ausser *Schwann's* oben citirtem Werke sind zu nennen: *Kölliker*, Entw. der Cephalopoden. 1844. S. 111—160. u. die Lehre von der thierischen Zelle in *Schleiden* und *Nägeli's* Zeitschr. f. wissensch. Botanik. Heft II. 1845; Ueber secundäre Zellmembranen, Cuticularbildungen und Porenkanäle in Zellmembranen in Würzb. Verh. VIII.; *Remak*, Ueber extracellulare Entstehung thier. Zellen u. die Vermehrung derselben durch Theilung u. über Entsteh. des Bindegewebes u. d. Knorpel in *Müll.* Arch. 1852. I.; Unters. z. Entw. d. Wirbelthiere, 3. Lief. 1855. p. 161—179; *Huxley, on the Cell theory in Monthly Journal* 1853. *p.* 455. und *the British and Foreign Med.-Chir. Review* 1853. *Oct.*; *M. Schultze*, Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe, in *Müll.* Arch. 1861. Heft 1; *L. Beale, on the structure and growth of the tissues in the human body in Quart. Journ. of micr. Sc.* 1861. *No. III. p.* 103, *No. IV. p.* 235. und *Arch. de médecine. VII. p.* 179, *VIII. p.* 207, *IX. p.* 71; *Bennett, on the molecular theory of organisation in Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. April* 1861; *Brücke*, Die Elementarorganismen in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 44. S. 381; *V. Hensen*, Unters. z. Physiol. d. Blutkörperchen, sowie über die Zellennatur derselben in Zeitschr. f. w. Zool. XI. 253; dann die unten im §. 24 citirte Abhandlung von *Donders* und die embryologischen Monographien von *Reichert*, *Bischoff* und *Vogt*. Ausserdem vergleiche man die Jahresberichte von *Henle* und *Reichert* und die neuern vergleichend histiologischen Arbeiten, namentlich von *H. Meckel*, *Leydig*, *Leuckart*, *Schultze*,

H. Müller, Gegenbaur, Meissner, Claus, Keferstein, Ehlers, Eberth, mir u. A. Da die Lehre von der Pflanzenzelle auch für den Zoologen wichtig ist, so mache ich auch auf *Schleiden's* erste Abhandl. über d. Bildung d. Pflanzenzelle in *Müll.* Arch. 1837, aufmerksam, ferner auf dessen Grundzüge der Botanik, *Nägeli's* Arbeit über die Pflanzenzelle in Zeitschr. f. wiss. Bot. Heft II., *Mohl's* Monographie dieses Gegenstandes im Handw. d. Physiol. von *R. Wagner*, Art. »vegetab. Zelle«, sowie auf die neuesten Arbeiten von *Schacht* (Lehrb. d. Anat. u. Phys. d. Gewächse, I. Berl. 1855), *Pringsheim* (Unters. üb. d. Bau d. Pflanzenzelle, Berlin 1855), *Nägeli* (Pflanzenphys. Unters. Zürich 1855. p. 1) und *Schenk* (Würzb. Verh. Bd. 8).

II. Von den Geweben, Organen und Systemen.

§. 20.

Die Elementartheile einfacher und höherer Art sind nicht regellos im Körper zerstreut, sondern nach bestimmten Gesetzen zu den sogenannten Geweben und Organen vereint. Mit dem ersten Namen bezeichnet man jede gesetzmässige, in gleichen Theilen immer in derselben Weise wiederkehrende Anordnung der Elementartheile, mit dem eines Organes dagegen eine gewisse Zahl von Elementartheilen von bestimmter Form und Verrichtung. Vereinen sich mehrere oder viele Organe gleicher oder verschiedener Art zu einer höheren Einheit, so heisst diess ein System.

Eine gute Eintheilung der Gewebe ist eine schwierige Sache. Berücksichtigt man nur die Verhältnisse, wie sie im erwachsenen Organismus sich finden, so lässt sich zwar leicht eine allmählich aufsteigende Reihe von einfacheren bis zu immer verwickelteren Bildungen aufstellen, allein es werden auf diese Weise Bildungen, die in einem nahen Zusammenhange zu einander stehen, auseinander gerissen und umgekehrt. Bessere Ergebnisse erlangt man, wenn man neben der ausgebildeten Form auch noch die Entwickelung und die chemischen und physiologischen Verhältnisse berücksichtigt, und lässt sich von diesem Standpunkte aus folgende Reihe bilden:

I. Zellengewebe:
  Oberhautgewebe,
  Gewebe der ächten Drüsen.

II. Gewebe der Bindesubstanz:
  Einfache Bindesubstanz,
  Knorpelgewebe,
  Faserige Bindesubstanz (Bindegewebe und elastisches Gewebe),
  Knochengewebe und Zahnbein.

III. Muskelgewebe:
  Gewebe der glatten Muskeln,
  Gewebe der quergestreiften Muskeln.

IV. Nervengewebe.

Eine Eintheilung der Organe ist noch misslicher als eine solche der Gewebe. Nur zwei Gewebe, das Zellengewebe und die Bindesubstanz, bilden für sich allein Organe einfacher Art; in allen höheren Organen dagegen sind alle Gewebe, ja selbst einfache und zusammengesetzte Organe, vertreten, so jedoch, dass meist das eine oder andere Gewebe das Uebergewicht hat, was bei einer Eintheilung berücksichtigt werden kann.

Diesem zufolge unterscheide ich:

A. Einfache Organe.

I. Organe des Zellengewebes:
Oberhäute, Haare, Nägel, Linse,
Einfache Drüsen ohne Bindegewebshülle.

II. Organe der Bindesubstanz:
Glaskörper,
Chorda dorsalis, gefässlose Knorpel, elastische Knorpel,
Sehnen, Bänder, Fascien etc.

B. Zusammengesetzte Organe.

III. Organe mit Vorwiegen des Zellengewebes:
Grössere ächte Drüsen.

IV. Organe mit Vorwiegen der Bindesubstanz:
Gefässhaltige Bindegewebshäute (äussere Haut, Schleimhäute, seröse Häute, eigentliche Gefässhäute),
Knochen, Zähne,
Gefässe,
Blutgefässdrüsen.

V. Organe mit Vorwiegen des Muskelgewebes:
Glatte und quergestreifte Muskeln.

VI. Organe mit Vorwiegen des Nervengewebes:
Ganglien, Nerven, Hirn, Mark.

VII. Organe, in denen alle Gewebe vertreten sind:
Die einzelnen Organe des Darmes, der Geschlechtsorgane und der grössern Drüsen,
Höhere Sinnesorgane.

Die Organe treten endlich noch zu besonderen Systemen zusammen, deren sich folgende unterscheiden lassen:

1) Das System der äussern Haut, bestehend aus der Lederhaut, der Oberhaut, den Horngebilden und den grösseren (Milchdrüse) und kleineren Drüsen der Haut.
2) Das Knochensystem mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkcapseln.
3) Das Muskelsystem mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.
4) Das Nervensystem mit den grossen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höheren Sinnesorganen.
5) Das Darmsystem mit dem Darmkanal, den Speicheldrüsen, der Schilddrüse, der Leber, der Bauchspeicheldrüse und den Athmungsorganen.
6) Das Gefässsystem mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefässen, sowie den Lymphdrüsen, der *Thymus* und der Milz.
7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da die einzelnen Organe und Systeme im besonderen Theile eine ausführliche Besprechung finden, so braucht hier nicht ausführlicher auf dieselben eingegangen zu werden und ist daher nur noch übrig, die Gewebe selbst näher zu schildern, wobei zugleich auch noch einiges Allgemeine über die Organe am passendsten sich anschliessen wird.

Die Eintheilungen der Gewebe, die bei den neuern Autoren sich finden, weichen sehr von einander ab, was sich leicht begreift, wenn man erwägt, dass die Histiologen nicht einmal darüber einig sind, was ein Gewebe sei. *Henle* rechnet Blut, Lymphe, Schleim, Eiter, Milch, Samen (denen auch noch der Hauttalg, Ohrenschmalz und die Secrete der grössern Schweissdrüsen beigesellt werden könnten), *Frey* weniger folgerichtig nur Blut, Lymphe und Chylus zu den Geweben, während *Leydig* und ich die Flüssigkeiten des Körpers sammt und sonders ausschliessen. Meiner Meinung nach liegt im Worte Gewebe (*tissu*) erstens der Begriff des Festen und zweitens der des verhältnissmässig Unwandelbaren, oder besser ausgedrückt, einer derartigen Vereinigung von Formtheilen, dass sie ihre gegenseitige Lage unabänderlich bewahren, und kann ich mich daher nicht entschliessen, Flüssigkeiten mit Formelementen, deren Anordnung durch kein Gesetz bestimmt ist und fortwährend sich ändert, zu den Geweben zu zählen. Das was ich Gewebe nenne, habe ich versucht unter Berücksichtigung der Form, Mischung, Entwickelung und Verrichtung zu ordnen, und halte ich meine Eintheilung auf jeden Fall für besser als diejenigen, welchen nur eine einzige Seite, wie z. B. die Form oder Verbindungsweise zu Grunde gelegt ist.

I. Zellengewebe.

§. 21.

Das Oberhaut- und Drüsengewebe, welche ich zum Zellengewebe zusammenfasse, haben das Gemeinschaftliche, dass sie beide mit wenigen Ausnahmen aus der zusammenhängenden Zellenschicht hervorgehen, welche die innere und äussere Oberfläche des embryonalen Leibes bekleidet, und auch im ausgebildeten Zustande wesentlich aus Zellen bestehen, welche in dem einen Gewebe in flächenartig ausgebreiteten Lagen oder grösseren zusammenhängenden Haufen auftreten, während sie in dem andern meistens Hohlräume einschliessen. In beiden Geweben findet sich als eine mehr weniger verbreitete Erscheinung das Vorkommen von Extracellularsubstanzen, welche als Ausscheidungen ihrer Zellen anzusehen sind und bei den Drüsen als *Membranae propriae* die Drüsenelemente umgeben oder (bei Wirbellosen) als *Tunicae intimae* die Drüsenkanäle unmittelbar begrenzen, beim Oberhautgewebe als flächenartig ausgebreitete Häute *(Basement membranes)* zwischen die Zellen und die sie tragenden gefässreichen Theile sich legen, mit denen sie oft innig verschmelzen, oder als *Cuticulae* deren freie Oberflächen bekleiden. Mit Bezug auf die Formen und chemische Zusammensetzung der Zellen, so stimmen beide Gewebe sehr überein, und was die physiologischen Verhältnisse anlangt, so möchten diese eine Vereinigung des Oberhaut- und Drüsengewebes noch mehr rechtfertigen, indem wenigstens die Hauptthätigkeit der Drüsen, die Ausscheidung, auch sehr vielen Oberhautgebilden zukommt. Ausserdem sind die letztern freilich auch bei der Aufsaugung betheiligt, die nur einer geringen Anzahl von Drüsen zugeschrieben werden kann, und zeigen noch ganz besondere Beziehungen, was jedoch die Verwandtschaft der beiden Gewebe nicht weiter beeinträchtigt.

§. 22.

Oberhautgewebe. Der morphologische Grundzug des Oberhautgewebes ist der, abgesehen von den von ihm gebildeten geformten Ausscheidungen, einzig und allein aus selbständigen, ohne sichtbare Zwischensubstanz innig verbundenen, meist kernhaltigen Zellen zu bestehen,

welche zum Theil noch vollkommene Bläschennatur besitzen und dann einen verschiedenen Inhalt (Eiweiss, Schleim, Farbstoffe, Fett u. s. w.) führen, zum Theil in feste Schüppchen und Fasern umgewandelt sind. In chemischer Beziehung ist dieses Gewebe noch wenig bekannt, doch ist so viel ausgemacht, dass die Zellen desselben vorzüglich eiweissartige Substanz, zum Theil auch Schleim enthalten und anfänglich alle leicht lösliche Eiweisshüllen besitzen, die jedoch später an manchen Orten in einen in Alkalien und Säuren mehr oder weniger Widerstand leistenden Stoff, die sogenannte Hornsubstanz, sich umwandeln. Die physiologische Bedeutung des Oberhautgewebes ist, abgesehen von der Linse und den Ausscheidungen desselben, denen, wie den *Cuticulae*, Chitinlagen, dem Zahnschmelz u. s. w., ganz besondere Leistungen zukommen, vorzüglich die, gefäss- und nervenreichen Theilen des Organismus als schützende Hülle zu dienen und durch Thätigkeit seiner Elemente bei der Ausscheidung und Aufsaugung sich zu betheiligen. Alle Oberhautgebilde sind gefässlos und erhalten sich aus einem von den tiefer gelegenen Gefässen in sie übertretenden Safte. Die meisten derselben erzeugen sich äusserst leicht wieder, wenn ihre ausgebildeten Theile verloren gehen und wachsen in diesem Falle, vorzüglich durch Bildung neuer Elemente in den tiefer liegenden Schichten nach; auch wenn sie ganz verloren gehen, erzeugen sie leicht sich neu.

Das Oberhautgewebe tritt in folgenden Formen auf:

A. Als eigentliches Oberhautgewebe. Hierher gehören

1) Das Horngewebe. Dasselbe besteht immer aus dichteren Zellenmassen, die in der Nähe der gefässhaltigen Grundlage *(matrix)* weich, entfernter von derselben mehr oder weniger fest und hart (verhornt) sind, und auch häufig die ursprüngliche Bläschennatur und den Zellenkern verloren haben und zu sogenannten Hornplättchen geworden sind. Hierher gehören folgende Organe:

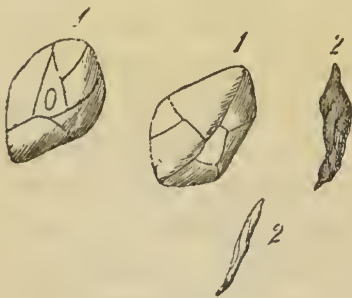


Fig. 11.

a) Die Epidermis oder Oberhaut, welche die äussere Fläche des Körpers bekleidet und an den grossen Oeffnungen der innern Höhlen in die Epithelialbekleidungen derselben sich fortsetzt. Dieselbe besteht aus zwei ziemlich scharf getrennten Schichten, der Schleimschicht, mit weichen, mehr rundlich-vieleckigen, unter gewissen Verhältnissen gefärbten Zellen, die sich an alle Unebenheiten der die Oberhaut ernährenden Lederhaut genau anschmiegt und nach aussen in die vieleckige Plättchen besitzende Hornschicht übergeht.

b) Die Nägel. Dieselben können als ein umgewandelter Theil der Oberhaut angesehen werden, dessen Hornschicht eine noch grössere Festigkeit erlangt hat und mit der Schleimschicht auf einer besondern vertieften Fläche der Lederhaut, dem Nagelbette, aufliegt, zum Theil selbst in einer besonderen Furche, dem Nagelfalze, steckt.

c) Die Haare, fadenförmige Oberhautgebilde, die in einem besondern, aus der Lederhaut hervorgegangenen und von einer Fortsetzung der

Fig. 11. Hornschichtplättchen des Menschen, 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite.

Epidermis ausgekleideten Sacke, dem Haarbalge, auf einer gefässreichen Papille sitzen. Die an dieser Papille befindlichen Elemente sind weich und bläschenförmig, die weiter davon entfernten zu dreierlei Zellenformen, Plättchen, platten Fasern und rundlich-eckigen Zellen umgewandelt.

2) Das Oberhäutchen, Epithelium, mit weichen, nirgends fester verhornten, kernhaltigen Zellen, die bei rundlicher, vieleckiger, spindelförmiger, walzenförmiger oder kegelförmiger Gestalt bald Flimmern besitzen, bald nicht und in einfacher oder mehrfacher Schicht sich finden, wonach sich folgende Formen desselben ergeben:

Fig. 12.

a) Einschichtiges Epithelium

1) mit rundlich-vieleckigen Zellen in einer oder wenigen Lagen, einfaches Pflasterepithelium.

Findet sich als Bekleidung der ächten serösen Häute, der Synovialhäute, eines Theiles der Gehirnventrikel (?), der *Demours*'schen Haut, vordern Fläche der Iris und der innern Fläche der Chorioidea und Iris (Pigmentschicht), der innern Seite der vordern Hälfte der Linsencapsel, des Periostes des innern Ohres, der Innenfläche der *Tubuli membranacei* und *Sacculi* in demselben, des Endocardium, der Venen z. Th., vieler Drüsenkanäle (Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen, *Ductus interlobulares* der Leber, *Rete Halleri*, Samenleiter, Samenbläschen).

2) mit spindelförmigen, in der Fläche aneinandergereihten Zellen, Spindelepithelium.

Epithel der Arterien und mancher Venen.

3) mit cylindrischen Zellen, Cylinderepithelium.

Im Darm von der Cardia bis zum Anus, in den Ausführungsgängen der Magensaftdrüsen, sowie aller andern Drüsen, die in den Darm münden, ebenso der Milch- und Thränendrüsen; ferner in der männlichen Urethra, der Prostata, den Ausführungsgängen der *Cowper*schen und *Bartholini*'schen Drüsen.

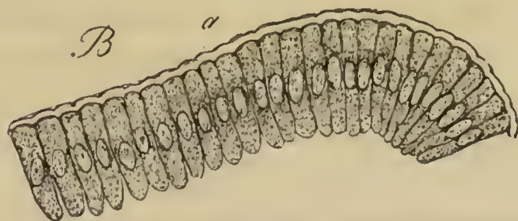


Fig. 13.



Fig. 14.

4) mit walzenförmigen oder kegelförmigen flimmernden Zellen, flimmerndes einfaches Cylinderepithelium.

Epithel der feinsten Bronchien, der Nebenhöhlen der Nase z. Th., des Nebenhodens, des Uterus, von der Mitte des Mutterhalses an, der

Fig. 12. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo noch weich wie Epithelium, 350mal vergr.
Fig. 13. Epithel der Darmzotten des Kaninchens, 350mal vergr.
Fig. 14. Flimmerzellen aus den feineren Bronchien, 350mal vergr.

Tuben, bis auf die äussere Fläche der Fimbrien, der Kanäle des Nebeneierstocks und des *Canalis medullae spinalis*.

5) mit rundlichen flimmernden Zellen, flimmerndes einfaches Pflasterepithelium.

Epithel der Hirnhöhlen von Embryonen und Erwachsenen, Epithel der Paukenhöhle z. Th.

b) Mehrschichtiges Epithelium

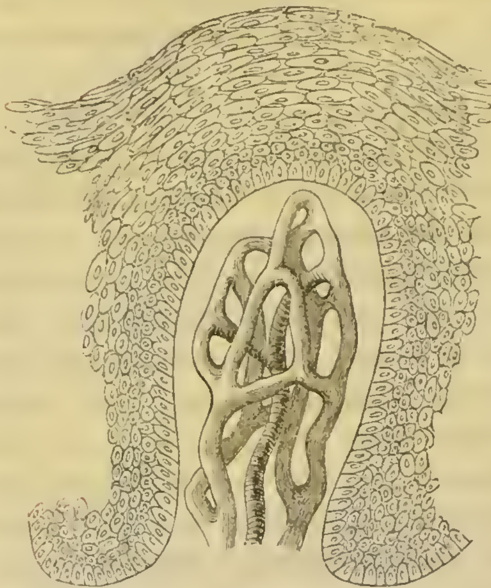


Fig. 15.

1) mit cylindrischen oder rundlichen Zellen in der Tiefe, rundlichen, polygonalen meist mehr oder weniger abgeplatteten Zellen oben, geschichtetes Pflasterepithelium.

Epithel der Mundhöhle, des Pharynx z. Th., der Speiseröhre, Stimmbänder, Thränenkanälchen, Bindehaut der Augen, der Scheide und weiblichen Urethra, der Harnblase, Ureteren und des Nierenbeckens.

2) mit rundlichen Zellen in der Tiefe, länglichen in der Mitte, flimmernden, kegelförmigen oben, geschichtetes Flimmerepithelium (Fig. 16).

Epithel des Kehlkopfes, der Trachea und der grösseren Bronchien, der Nasenhöhle des Menschen, mit Ausnahme gewisser Gegenden der *Regio olfactoria*, des *Antrum Highmori*, des Thränensackes und des Thränenganges, der obern Hälfte des Pharynx und der *Tuba Eustachii*.

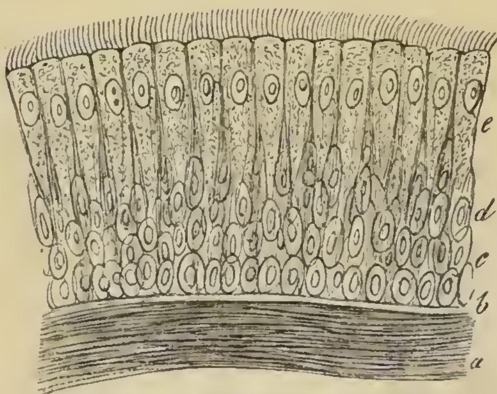


Fig. 16.

3) Wie bei 2, nur die obersten Zellen nicht flimmernd, geschichtetes Cylinderepithel.

Epithel der *Regio olfactoria* von Thieren.

B. Als Linsengewebe.

Die Linse ist, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, ein Oberhautgebilde und entwickeln sich auch ihre langen, z. Th. noch röhrigen, z. Th. durch und durch gleichartigen Fasern jede durch Verlängerung einer einzigen Epithelialzelle der Linsencapsel. Nichtsdestoweniger verdient dieselbe eine besondere Stellung, theils wegen ihrer chemischen Zusammensetzung, theils wegen der ganz besonderen Form ihrer Elemente.

Fig. 15. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes, 250mal vergr.

Fig. 16. Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350mal vergr. *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b.* helle äusserste Lage der Mucosa, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche, *e.* äusserste Flimmern tragende.

Eine besondere Erwähnung verdienen die geformten Ausscheidungen des Oberhautgewebes, die im §. 16 und 21 schon im Allgemeinen erwähnt wurden. Die an den angewachsenen Flächen der Oberhäute vorkommenden *Basement membranes* sind dünne gleichartige Häutchen, welche oft eine so innige Verschmelzung mit den auf sie folgenden Bindegewebslagen eingehen, dass es im einzelnen Falle manchmal kaum möglich ist, sie als solche zu erkennen. Die Ausscheidungen an den freien Flächen erscheinen 1) als Verdickungen der freien Wand der einzelnen Zellen, welche in den einen Fällen dünne Säume von 0,001—004''' bilden, in andern, wie beim Schmelz der Zähne, den Kiefern von Mollusken etc. als lange drehrunde oder kantige Körper erscheinen; 2) als dünne, die Zellen *in continuo* überziehende Häutchen (einfache *Cuticulae* niederer Thiere); 3) als dicke, geschichtete, auch wohl faserige, weiche oder hornartige oder verkalkte Massen (geschichtete *Cuticulae*, z. B. der Gliederthiere), welche drei Arten jedoch mannichfache Uebergänge zeigen, wie in meiner oben angeführten Abhandlung ausführlicher auseinandergesetzt ist.

Physiologisch sind diese geformten Ausscheidungen auch nicht ohne Bedeutung. Dieselben nützen als Festgebilde oder als Umhüllungen zum Schutz anderer Theile: an andern Orten bilden sie besondere Organe, wie den Zahnschmelz, die Kiefer und Zungen der Mollusken. Durch die an vielen Orten in ihnen vorkommenden Poren (siehe §. 8 und 16) unterstützen sie auch in verschiedener Art den Stoffwechsel und durch ihre z. Th. ausgezeichnete Wiedererzeugungsfähigkeit (Insecten, Kruster, Mollusken) beurkunden sie ihren innigen Zusammenhang mit den Epithelien. Auch in chemischer Beziehung erregen dieselben die Aufmerksamkeit in hohem Grade, indem sie z. Th. aus Stoffen (Chitin) bestehen, welche sonst nirgends gefunden sind.

Ich erwähne hier noch einige seltenere Verhältnisse des Oberhautgewebes: 1) Epithelzellen mit fadigen Ausläufern, die selbst verästelt vorkommen, finden sich in geschichteten Flimmerepithelien, besonders in den Nasenhöhlen (*Ecker, Eckhard, M. Schultze*), dann auch in der *Membrana granulosa* des Barscheies, welche zur äussern Eihülle wird (Würzb. Verh. VIII. Taf. III. Fig. 30), endlich bei den Epithelzellen der Höhlen des centralen Nervensystems (*Hannover, Stilling*). In neuester Zeit sind solche Ausläufer an der Zunge des Frosches (*Billroth*) und dem Epithel des Dünndarmes (*Heidenhain*) beschrieben worden, jedoch wohl noch nicht mit hinreichender Sicherheit erwiesen. 2) In der Haut vieler Fische (Teleostier, Ganoiden, nicht bei Plagiostomen), bei Proteus und den Larven der Landsalamander kommen, wie *Leydig* zuerst gezeigt hat, neben den gewöhnlichen Elementen grössere mit zähem, körnigem oder auch ganz hellem Inhalt gefüllte Zellen (Schleimzellen, *Lg.*) vor, die ihr Secret vielleicht durch Bersten entleeren. Bei Lepidosiren sah ich an der Stelle dieser Gebilde wirkliche einzellige flaschenförmige Drüschen mit freien Mündungen. 3) Verästelte Pigmentflecken (Zellen?) in der Epidermis sahen *Leydig* bei Rana, Menopoma, Lacerta (Hist. p. 87), *H. Müller* beim Stör, Frosch und der Ratte (Conjunctiva). Pigmentverästelungen ausgezeichneter Art fand ich in der Epidermis von Lepidosiren, welche jedoch mit Zellenkörpern in der Cutis zusammenhängen und somit nur als in die Epidermis eingewanderte Bildungen aufgefasst werden können. 4) Bei vielen Wirbellosen bilden sich, wie ich zuerst gezeigt habe (Geschlechtsverh. und Samenfl. wirbell. Th. 1841), in den Epithelzellen eigenthümliche Organe, die Nesselcapseln. 5) Bei Myxine entstehen in den Epithelialzellen der Schleimsäcke und wie ich entdeckt habe, auch in gewissen Zellen der eigentlichen Epidermis sonderbare aufgewickelte Fäden, die die Zellen ganz erfüllen. 6) Endlich weisen die Untersuchungen vieler neuern Autoren darauf hin, dass an gewissen Orten Epithelzellen oder Theile von Epithelien mit tiefer liegenden Elementen zusammenhängen. So wollen einige Autoren Verbindungen

der unter 1) erwähnten Ausläufer mit Bindegewebskörperchen gesehen haben, Angaben, die noch sehr der Bestätigung bedürfen, während es dagegen nicht zweifelhaft ist, dass an gewissen Orten (Geruchsorgan, Labyrinth, Zunge des Frosches u. s. w.) die Nerven mit zwischen den Epithelzellen befindlichen Elementen enden, von denen allerdings noch nicht nachgewiesen ist, ob sie ursprünglich dem Epithel angehören, oder nur in dasselbe hineingewachsen sind. Abgesehen von diesen Verhältnissen, die im besonderen Theile z. Th. noch ausführlicher werden besprochen werden, und von den geformten Ausscheidungen, die bei Thieren sehr mannichfach sind, zeigt das Oberhautgewebe bei Thieren keine sehr erheblichen Abweichungen. Eine der Arten desselben, das Horngewebe, erscheint bei Thieren verbreiteter und zum Theil in eigenthümlichen Formen. Es gehören zu demselben *a*) von Gebilden, die der äusseren Haut angehören, die Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Platten und Schilder, Schwielen, Borsten, Federn, Penisstacheln, die Klapper der Klapperschlange; *b*) von Schleimhautauswüchsen: die Hornscheiden der Kiefer der Vögel, Schildkröten, von Siren und Ornithorhynchus, die Hornzähne der Cyclostomen, des Ornithorhynchus, der Batrachierlarven, die Wallfischbarten, die Zungenstacheln und Platten von Vögeln, Säugern und einigen Amphibien, die Stacheln der Speiseröhre von Schildkröten. In allen diesen Gebilden sind, jedoch oft nur mit Hülfe von kaustischen Alkalien, Hornplättchen dieser oder jener Art, wie in den Horngebilden des Menschen, zu erkennen.

Literatur. *Purkyně et Valentin, de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui. Vratisl.* 1835. (Entdeckung der Flimmerbewegung bei höhern Thieren); *Henle, Symbolae ad anatom. vill. int. Berol.* 1837; über die Ausbreitung der Epithelien im menschlichen Körper. Berlin 1838, und über Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut (erste genaue Beschreibung der verschiedenen Oberhautzellen); *Valentin*, Art. »Flimmerbewegung« im Handw. d. Physiol.; *Jäsche, de telis epithelialibus in specie et de iis vasorum in genere. Dorp.* 1847; *Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VI. (Poren der Darmcylinder) und Bd. VIII. (Cuticularbildungen); *Billroth*, Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge sowie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe in *Müll.* Arch. 1858. p. 174; *Friedreich* in *Virch.* Arch. XV. p. 535; *H. Müller* in Würzb. naturw. Zeitschr. I. p. 164.

§. 23.

Gewebe der Drüsen. Die Drüsen besitzen als wesentlichsten Bestandtheil die absondernden Elemente, die als Zellenstränge, geschlossene Drüsenblasen und offene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche auftreten und die sogenannten Drüsen- oder Drüsengewebszellen als wichtigsten Bestandtheil enthalten. Diese Zellen stimmen in Anordnung und Form ganz mit gewissen Epithelzellen überein, wesshalb man sie gewöhnlich, um so mehr, da sie auch durch ihre Lage und Entwickelung zum Oberhautgewebe gehören, als Epithelien der Drüsen bezeichnet, doch ist nicht zu übersehen, dass dieselben sehr häufig durch einen eigenthümlichen Inhalt ausgezeichnet sind, so wie dass nicht alle Formen der Epithelien in den eigentlich absondernden Theilen der Drüsen vertreten sind, sondern nur die einfacheren derselben, wie das einfache Pflasterepithel (Schleimdrüsen, Schweissdrüsen, Nieren, Speicheldrüsen u. s. w.), das einfache Cylinderepithel (kleine Darmdrüsen) und das einfache Flimmerepithel (Nieren von Amphibien, Uterindrüsen von Säugern). Die Vereinigung der Drüsenzellen zu den absondernden Theilen der Drüsen geschieht immer unter Mitwirkung gleichartiger, durch Ausscheidungen der Drüsenzellen gebildeter Häute, sog. *Membranae propriae*, oder des Bindegewebes. So entstehen die je nach den verschiedenen Drüsen verschie-

denen absondernden Drüsenelemente, welche dann noch von Gefässen und Nerven umsponnen und durch Bindegewebe, dem häufig elastische Fasern Fettzellen und selbst Muskeln beigemengt sind, zu den grösseren und kleineren Abtheilungen der Drüsen zusammengefasst werden.

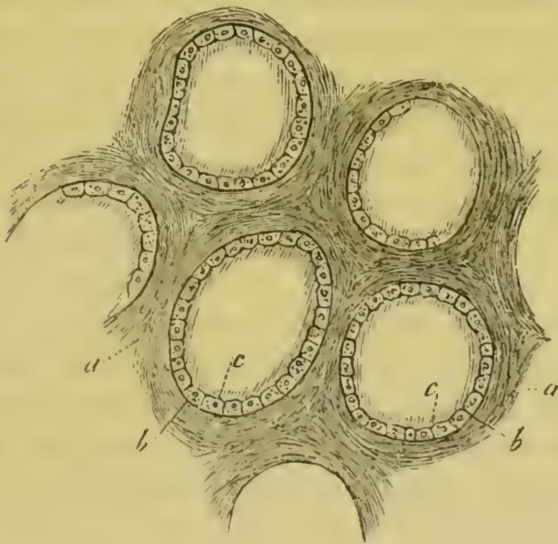


Fig. 17.



Fig. 18.

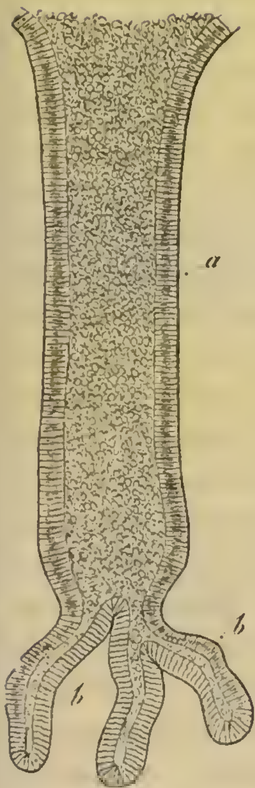


Fig. 19.

Die Hauptformen der absondernden Drüsenelemente beim Menschen sind folgende:

1) Geschlossene Blasen mit *Membrana propria*, Faserhaut und Epithel. *Graaf*'sche Bläschen der Eierstöcke. Follikel der *Thyreoidea*. *Glandula pinealis* des Störs *(Leydig)*. (Fig. 17).

2) Offene rundliche oder längliche Drüsenbläschen mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. In den traubenförmigen Drüsen. (Fig. 18).

3) Offene Drüsenschläuche mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. Röhrenförmige Drüsen. Hier sind weiter zwei Formen zu unterscheiden:

a) Drüsenschläuche ganz mit Zellen erfüllt, mit zarter, stellenweise selbst verkümmernder Hülle (Leber, Magensaftdrüsen).

b) Drüsenschläuche mit deutlicher Höhlung und vollkommener äusserer Hülle (Nieren, Hoden, Schweissdrüsen, schlauchförmige Darmdrüsen, Magenschleimdrüsen. (Fig. 20).

Zu diesen Elementen kommen nun noch, ausser bei den sub 1 genannten Drüsen, die durch zeitweiliges Bersten ihrer Blasen den Inhalt derselben ent-

Fig. 17. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe zwischen denselben. *b*. Membran der Drüsenblasen. *c*. Epithel derselben.

Fig. 18. Zwei kleine Lungenläppchen *aa*. mit den Luftzellen *bb*. und den feinsten Bronchialästchen *cc*., an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen, 25mal vergr. Halb schematische Figur.

Fig. 19. Magendrüse des Hundes vom *Pylorus* mit Cylinderepithel. *a*. Grosse Drüsenhöhle. *b*. Schlauchförmige Anhänge derselben.

leeren oder denselben einfach ausschwitzen lassen, und den einfachsten schlauchförmigen Drüsen, die unmittelbar an der Oberfläche der Schleimhäute sich öffnen, besondere Ausführungsgänge, die nach vielfacher Verästelung in die Drüsenbläschen und Drüsenschläuche übergehen, oder, wie in der Leber, mit dem absondernden Zellennetze sich verbinden. Diese Gänge gleichen anfangs in ihrem Baue den absondernden Theilen noch sehr, haben aber doch immer Epithelialzellen, die des besonderen Inhaltes der eigentlichen Drüsenzellen ermangeln, meist auch eine andere Form als dieselben zeigen. Starke Ausführungsgänge bestehen aus einer Faserhaut und einem Epithel und besitzen oft noch eine Muskellage, und in den letzten Abschnitten derselben treten sehr häufig eine Faserhaut, Muskelhaut und eine Schleimhaut als besondere Gebilde auf.

In chemischer Beziehung sind die Drüsen noch wenig bekannt. Die Drüsenzellen, als die wichtigsten Gebilde, schliessen sich auch in diesem Punkte an die Epithelialgebilde an, nur dass sie häufig im Innern ganz besondere Stoffe, wie Fett, die Bestandtheile der Galle, des Harnes, Magensaftes, Schleim, Leucin, Tyrosin, Zucker u. s. w. enthalten und hierdurch ein besonderes Gepräge gewinnen.

Die Drüsen scheiden entweder gewisse Bestandtheile aus dem Blute ab oder bereiten vermittelst desselben eigenthümliche Stoffe oder Formelemente, und je nachdem ist auch die Bedeutung ihrer einzelnen Theile eine verschiedene. In den erstgenannten Drüsen spielen die Drüsenzellen eine mehr untergeordnete Rolle und sind höchstens insofern von Wichtigkeit, als sie den Uebergang dieser oder jener Blutbestandtheile verhindern und nur gewisse derselben durchlassen (Thränendrüsen, kleine Schweissdrüsen, Lungen); in den andern dagegen kommt den Zellen eine sehr wesentliche Betheiligung an der Bildung des Drüsensaftes zu, indem dieselben in sich besondere Stoffe erzeugen, welche dann entweder aus ihnen heraussickern (Leber, Schilddrüse, Schleimdrüschen, Magensaftdrüsen, *Prostata*, *Cowper*'sche Drüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*) oder, indem die Zellen selbst sich lösen und nach und nach zerfallen, frei werden (Milchdrüse, Fett absondernde Drüsen, Hoden, grosse Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen). Im letztern Falle treten an die Stelle der reifen vergehenden Drüsenzellen oder der sogenannten Drüsensaftzellen beständig neue Elemente, welche einer immerwährenden Theilung und Vermehrung der Drüsenzellen in den letzten Enden der Drüsen ihren Ursprung verdanken. Diess hat zur Folge, dass die Drüsenbläschen und Schläuche solcher Drüsen stets ganz mit Zellen erfüllt sind, welche letztern somit ihrer sonstigen Eigenschaft eines Epithels oder einer Auskleidung der Drüsenräume verlustig gehen und so zu sagen ganz und gar als Absonderung erscheinen (Hoden, Milchdrüse während der Lactation). — Alle die hier berührten Drüsen, mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen, entwickeln sich von den innern und äussern Epithelialbildungen des Körpers aus unter Mitbetheiligung der diese Epithelien tragenden gefässreichen Häute. Die einen derselben treten von Anfang an als Ausstülpungen der bezeichneten Häute auf und behalten die Höhlungen im ganzen Verlaufe ihrer Entwickelung bei (Lungen, kleine Darmdrüsen), andere sind anfangs hohl, erhalten jedoch nachträglich feste Auswüchse, durch die sie sich weiter bilden (Leber, *Thyreoidea*), noch andere endlich sind von Anfang an fest, wachsen in diesem Zustande weiter

und bekommen erst in zweiter Linie ihre Höhlungen (Drüsen der Haut, traubenförmige Drüsen). Der Stoffwechsel geht in den Drüsen mit grosser Energie vor sich, und gehören dieselben zu den blutreichsten Organen des Körpers. Eine Wiedererzeugung von Drüsengewebe findet sich, ausser bei den Uterindrüsen, nicht, dagegen kommen Hypertrophien desselben und auch zufällige Bildungen von kleinen Drüsen vor.

Die ächten Drüsen des menschlichen Körpers lassen sich, nach der bezeichneten Form der letzten Elemente, in folgende Abtheilungen bringen:

1) Drüsen mit geschlossenen Drüsenbläschen, die zeitenweise bersten oder beständig geschlossen bleiben. Eierstock, *Thyreoidea*.

2) Traubenförmige Drüsen, bei denen an den letzten Enden der Ausführungsgänge Häufchen rundlicher und länglicher Drüsenbläschen sitzen:
   a) einfache mit einem oder wenigen Drüsenläppchen. Schleimdrüschen, Talgdrüsen, *Meibom*'sche Drüsen;
   b) zusammengesetzte mit vielen Drüsenläppchen. Thränendrüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*. *Prostata*, *Cowper*'sche und *Bartholini*'sche Drüsen, Milchdrüsen, Lungen.

3) Röhrenförmige Drüsen, deren absondernde Elemente die Form von Schläuchen haben:
   a) einfache, die nur aus einem oder wenigen blind endenden Schläuchen bestehen. Schlauchförmige Magen- und Darmdrüsen, Uterindrüsen, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen;
   b) zusammengesetzte, mit vielen, verästelten, auch wohl netzförmig verbundenen Drüsenkanälen. Hoden, Nieren, Leber.

Die Formen der thierischen Drüsen lassen sich, trotz ihrer Mannichfaltigkeit, mit wenigen Ausnahmen unter eine der vier beschriebenen Abtheilungen bringen. Bemerkenswerth sind 1) die einzelligen Drüsen von Thieren mit besonderen Ausführungsgängen, die entweder für sich eine Drüse bilden oder zu vielen von einer *Membrana propria* umgeben werden, 2) das Vorkommen einer gleichartigen *Membrana intima* aus Chitin in vielen Drüsen von Articulaten, 3) die bedeutende Grösse (bis 0,1‴) mancher Drüsenzellen von Insecten, die eigenthümlichen Verästelungen der Kerne derselben (*H. Meckel*), und das Vorkommen von Tracheen im Innern gewisser Drüsenzellen (ich).

Literatur. *J. Müller, De glandularum secernentium structura penitiori. Lips.* 1830; *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in *Müll.* Arch. 1846; *Fr. Leydig's* vergleichend-anatomische Abhandlungen in Zeitschr. f. wiss. Zoologie u. *Müll.* Archiv, ferner dessen Untersuch. über Fische und Reptilien. Berl. 1853.

II. Gewebe der Bindesubstanz.

§. 24.

Allgemeines Gepräge der Bindesubstanz. Die in diese Gruppe gehörenden Gewebe, nämlich die einfache Bindesubstanz, das Knorpelgewebe, das elastische und Bindegewebe, so wie das Gewebe der Knochen und der Zähne zeigen zwar sowohl in histiologischer als in chemischer Beziehung mannichfache Abweichungen, immerhin hängen dieselben durch ihre Entwickelung und ihre Leistungen so innig zusammen, dass es geradezu unmöglich erscheint, sie nicht in eine Abtheilung zusammenzubringen. In letzterer Beziehung dient die Bindesubstanz als

Stütze und Umhüllung für die übrigen Theile des Körpers und könnte auch mit einem noch allgemeineren Ausdruck »die Stützsubstanz« genannt werden. Als solche bildet sie einmal die feste Grundlage des ganzen Körpers und die Stütze verschiedener Weichtheile (Knorpel, Knochen und Bänder des innern Skelettes, äusseres Skelet mit Ausnahme der zu den Horngebilden gehörigen Theile, freie Knorpel und Knochen innerer Theile), zweitens die Umhüllung von Organgruppen, ganzen Organen und einzelnen Theilen derselben (Lederhaut, Schleimhäute, Faserhäute, Muskel-, Nerven-, Drüsenscheiden, Gefässe), drittens endlich eine Ausfüllungs- oder Verbindungsmasse zwischen den einzelnen Organen und Organtheilen (Fettgewebe, Knochenmark, lockeres Bindegewebe, Glaskörper, Sehnen). Was den genetischen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Geweben der Bindesubstanz anlangt, so ist derselbe nicht so zu denken, als ob eines dieser Gewebe das höchste sei, welches bei seiner Entwickelung der Reihe nach die Formen aller anderen durchlaufe, vielmehr liegt dieser Zusammenhang darin, dass diese Gewebe von einer gleichen Anlage aus in mehreren gleichlaufenden Reihen sich entwickeln, deren Glieder in einander sich umbilden und auch zu einem gleichen Endziele führen können. Gehen wir von dem embryonalen Zellengewebe aus, das als Grundlage aller und jeder Bindesubstanz erscheint, so erhalten wir zunächst zwei Glieder erster Reihe, 1) die einfache zellige Bindesubstanz, mit runden grossen zarten Zellen, die Eiweiss, Schleim, auch wohl Fett, Pigment und Kalkconcretionen führen, wie sie bei Wirbellosen sich findet, und 2) den Zellenknorpel mit dicht beisammen liegenden dickwandigen Knorpelcapseln. Jedes dieser Gewebe entwickelt sich dann an bestimmten Orten in besonderer Richtung weiter. Aus dem Zellenknorpel wird mit dem Auftreten einer gleichartigen Grundsubstanz der ächte oder hyaline Knorpel und wenn in der Grundsubstanz von diesem Fasern auftreten, so entsteht entweder der Faserknorpel, wenn die Fasern leimgebend sind, oder der elastische Knorpel, sofern dieselben aus elastischer Substanz bestehen. Wenn endlich eine Knorpelart Kalksalze in grösserer Menge aufnimmt, so wird daraus der Knorpelknochen. Verwickelter ist der Entwickelungsgang der einfachen zelligen Bindesubstanz und kann man hier besonders folgende Entwickelungsreihen unterscheiden:

1) Zwischen den Zellen derselben tritt, ohne dass dieselben ihre Gestalt ändern, eine weiche Zwischensubstanz auf und entsteht so die gallertige einfache Bindesubstanz des embryonalen Glaskörpers. Werden die Zellen alle oder zum Theil sternförmig und vereinen sich zu einem Netzwerke, so erhalten wir die netzförmige einfache Bindesubstanz wie im Schmelzorgane des Zahnsäckchens und der *Wharton*'schen Sulze, und aus diesem gestaltet sich dann, wenn das Zellennetz deutlicher sich ausprägt oder selbst in ein kernloses Fasernetz sich umwandelt und die Zellen der Zwischensubstanz sehr zahlreich werden, die sehr eigenthümliche cytogene Bindesubstanz oder die adenoide Substanz *(His)*, wie sie in den Balgdrüsen aller Art und in gewissen Schleimhäuten vorkömmt. Auf der andern Seite kann die gallertige einfache Bindesubstanz durch Verlust ihrer Zellen in das einfache Gallertgewebe des *Humor vitreus* des Erwachsenen übergehen, ferner in beiden Formen durch das Auftreten von Fasern in der Gallerte eigenthümlich werden, wie in der Leibessubstanz niederer Thiere,

endlich auch mit Kalkkörpern verschiedener Art, oder zusammenhängenden Kalkablagerungen und verkümmerten zelligen Elementen auftreten, wie in dem Gerüste der Echinodermen und mancher Polypen (verkalkte einfache Bindesubstanz).

2) Eine andere Entwickelungsreihe führt zum ächten Knochen und Zahnbein und zur faserigen Bindesubstanz. Wird die Grundsubstanz der einfachen Bindesubstanz leimgebend und verknöchert sie, so entsteht der ächte Knochen und das Zahnbein, die nur durch die Gestalt der Zellen sich unterscheiden. Bleibt dieselbe weich und treten Fasern in ihr auf, während die runden Zellen zu Zellennetzen sich umgestalten, so erscheint das gewöhnliche Bindegewebe, dessen Hauptarten von dem Vorkommen oder dem Mangel von Fettzellen — Abkömmlingen eines Theiles der ursprünglichen zelligen Elemente der einfachen Bindesubstanz — so wie einer gallertigen Zwischensubstanz und der Anordnung der Zellen und Faserbündel der Grundsubstanz abhängen. Aus dem Bindegewebe endlich geht *a*) durch Verknöcherung hervor der Faserknochen, der, wenn er Zellen enthält, vom ächten Knochen nur wenig sich unterscheidet, im entgegengesetzten Falle jedoch die schon abweichendere osteoide Substanz des Skelettes der Fische darstellt, und *b*) das elastische Gewebe, letzteres dann, wenn in der Zwischensubstanz die Menge der auch sonst fast überall vorkommenden elastischen Fasern ungemein vorwiegt und die Zellen verkümmern.

Fasst man die Endglieder der einzelnen Reihen der Gewebe der Bindesubstanz allein ins Auge, den hyalinen und elastischen Knorpel, die cytogene Bindesubstanz und das Fettgewebe einerseits, das elastische Gewebe, das Bindegewebe, den ächten Knorpel und das Zahnbein anderseits, so ist nicht zu läugnen, dass dieselben sehr von einander abweichen, ein Blick auf die ganze Entwickelung dieser Gewebe, die im Vorigen in Kürze vorgeführt wurde und weiter unten noch einmal ausführlicher dargelegt werden soll, lehrt jedoch bald, dass die Gewebelehre vollkommen Recht hat, wenn sie dieselben so nahe als möglich zusammenbringt. Ein wichtiger Beweis für den innigen Zusammenhang der besprochenen Gewebe liegt nun übrigens noch darin: erstens, dass dieselben verschiedentlich in einander überzugehen fähig sind und scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Formen derselben fehlen, sowie zweitens, dass dieselben in der Thierreihe sehr häufig einander vertreten. In ersterer Beziehung sind namentlich folgende Punkte erwähnenswerth.

1) Wo hyaliner Knorpel und Bindegewebe aneinander stossen, fehlt eine scharfe Grenze beider Gewebe ganz und gar und gehen sowohl die Grundsubstanzen als die zelligen Elemente beider allmählich in einander über.

2) Dasselbe hat Statt an der Grenze des Netzknorpels gegen sein *Perichondrium* und sieht man hier besonders schön, wie die elastischen Fasern beider zusammenhängen und ganz gleichwerthige Bildungen sind.

3) Zahnbein und Knochen kommen bei Thieren in den verschiedenartigsten Uebergängen vor und sind besonders erwähnenswerth: das Vorkommen von Knochenzellen im Elfenbein von Zähnen *(Amia)*, von Zahnröhrchen in den ächten Knochen des Skelettes *(Ganoiden)* und die Mengung beider Elemente in den Schuppen vieler Ganoiden.

4) Bindegewebe und elastisches Gewebe zeigen die mannichfachsten

Uebergänge, wie besonders die Beinhäute, oberflächlichen Binden und Gefässhäute lehren, so dass eine scharfe Trennung beider Gewebe unmöglich ist.

5) Das Knorpelgewebe zeigt Uebergänge in verschiedene andere Gewebe der Bindesubstanzen und zwar *a*) in gallertige Bindesubstanz (in älteren Knorpeln des Menschen bei der Bildung des Knorpelmarkes und von Fischen häufig), *b*) in ächtes Bindegewebe (in pathologischen Gelenkknorpeln), *c*) in einfache zellige Bindesubstanz (bei der normalen Ossification von Knorpel). Da im letzteren Falle die einfache Bindesubstanz in zweiter Linie zu ächtem Knochen, zelligem rothem Knochenmark und Fettgewebe sich umgestaltet, so sehen wir hier fast alle Hauptformen der Bindesubstanz in genetischem Zusammenhange.

6) Auf der andern Seite geht auch Bindegewebe über in Knorpel, wie die Entwickelung der Wirbel der Selachier lehrt, deren äussere Chordascheide erst ächtes Bindegewebe und später Knorpel ist.

7) Endlich kann noch die in pathologischen Fällen sehr häufige Umwandlung von Bindegewebe und selbst von einfacher Bindesubstanz in Knochen erwähnt werden.

Die Vertretung der Gewebe der Bindesubstanz in der Thierreihe anlangend, so ist hier nicht der Ort, diese Angelegenheit ausführlicher zu besprechen und mache ich daher nur aufmerksam 1) auf das feste Leibesgerüste, das bei niedern Thieren vorzüglich einfache weiche oder verkalkte Bindesubstanz, bei Fischen vorzüglich Knorpel, Knorpelknochen, osteoide Substanz und Zahnbein, bei den höhern Wirbelthieren ächter Knochen ist, 2) auf die Haut, welche nicht nur die verschiedensten Gestaltungen der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes wiederholt, sondern auch Knorpel- und Knochen-, ja selbst Zahnbildungen der mannichfachsten Art aufzuweisen hat und 3) auf die harte Haut des Auges, die je nach den verschiedenen Thieren Bindegewebe, Knorpel und Knochen zeigt.

Werfen wir nach diesen allgemeinen Betrachtungen einen Blick auf die einzelnen Theile, die in die Zusammensetzung der Bindesubstanzen eingehen, so ergibt sich Folgendes. Die bei fast allen denselben vorkommende Grundsubstanz ist überall eine ächte Intercellularsubstanz, doch ist hervorzuheben, dass bei manchen Knorpeln die Capseln oder äusseren Hüllen der Zellen so verschmelzen, dass sie scheinbar eine wahre Zwischensubstanz darstellen. Bezüglich auf den Bau, so ist die Grundsubstanz sehr mannichfach gebildet. Hier gleichartig oder feinkörnig, wird sie an andern Orten streifig oder zeigt selbst getrennte Fäserchen, unter denen wiederum die blasseren der leimgebenden und die dunkleren der elastischen Substanz sich unterscheiden. Ebenso verschieden ist auch der Festigkeitsgrad derselben, der alle Stufen vom schleimigen und gallertartigen bis zum festen, selbst knorpel- und beinharten zeigt. In chemischer Beziehung sind die Schwankungen nicht minder bedeutend, denn wenn die Bindesubstanz schon an vielen Orten (Knochen, Zahnbein und Zahnkitt, ächter Knorpel, das meiste Bindegewebe) Leim- oder Chondringebend gefunden wird, so lässt sich die Zusammensetzung der Grundsubstanz aus Leim doch keineswegs als durchgreifend und wesentlich für die Bindesubstanzen anerkennen, indem in vielen derselben (Bindesubstanz der Wirbellosen, Schleimgewebe, centrale Masse der Zwischenwirbelknorpel, Gallertgewebe der Fische, elastisches Gewebe, Netz-

knorpel u. a.) eine solche Zusammensetzung vermisst wird. Eine genaue chemische Schilderung der Grundsubstanz der Bindesubstanzen ist noch nicht zu geben, denn wenn wir auch wissen, dass dieselbe Schleim, Eiweiss, eine colloidartige Substanz (in den *Ligg. intervertebralia*, *Virchow*) Chondrin, Leim und elastische Substanz enthält, so ist damit noch nicht viel gewonnen und, wie schon *Reichert* sehr wahr bemerkt (Bindeg. p. 185), die Aufgabe vielmehr die, den Zusammenhang dieser Stoffe in der Entwickelung nachzuweisen und zu zeigen, dass dieselben ebenso in einander sich umbilden, wie diess mit Bezug auf die histiologischen Elemente der Bindesubstanzen dargethan ist. Immerhin kann so viel bemerkt werden, dass, wie der Knochen und das faserige Bindegewebe als die höchsten Formen der Bindesubstanzen erscheinen, so auch in chemischer Beziehung der Leim als das Merkmal einer ganz ausgebildeten Grundsubstanz angesehen werden kann.

Die in die Grundmasse der Bindesubstanzen eingestreuten Zellen sind verschiedener Art. Bei weitem die wichtigsten sind diejenigen, die man mit einem allgemeinen Ausdrucke Zellen der Bindesubstanz nennen kann. Diese Zellen nämlich kehren in allen Gebilden der Bindesubstanz wieder und zeigen eine grosse Uebereinstimmung in ihren verschiedenen Entwickelungszuständen, so wie in ihrer physiologischen Bedeutung. Aus der runden Gestalt, welche dieselben ursprünglich besitzen und auch in der einfachen Bindesubstanz, im Fettgewebe, wo sie die Fettzellen bilden, im rothen Knochenmarke und in den meisten Knorpeln behalten, gehen dieselben in die Spindel- oder Sternform über (Knorpelzellen der Cephalopoden, gewisser Knorpelfische, des Enchondroms, Bindegewebskörperchen in den verschiedenen Formen des Bindegewebes) und können mit einander zu Netzen sich verbinden, welche in gewissen Fällen selbst ihre Zellennatur aufgeben und zu einfachen Fasergerüsten sich umwandeln (folliculäre Drüsen). Ferner zeigen die fraglichen Zellen die Eigenthümlichkeit, sehr gern, so lange sie noch die runde Form haben, äussere Hüllen abzulagern und so zu dickwandigen Capseln sich zu gestalten (Zellen in den wahren und Netzknorpeln, Knorpelzellen im Bindegewebe), welche selbst ähnlich den verholzten Pflanzenzellen mit Tüpfelkanälen sich umzubilden im Stande sind (Knorpelzellen bei der Rachitis). Verknöchert die Bindesubstanz, so gehen die genannten Zellen in dieser oder jener Form, als runde, sternförmige oder langgestreckte, in die Zellen und Röhren des Knochens oder Zahnes über und besorgen dann die Verbreitung der Ernährungsflüssigkeit in diesen Gebilden, eine Verrichtung, die sie übrigens auch in vielem Bindegewebe und in den Knorpeln haben, nur dass sie hier nicht immer zu diesem Zwecke so günstig gestaltet sind. Im Bindegewebe sind diese Zellen auch häufig gefärbt und gehören alle Pigmentzellen der Bindesubstanz in diese Abtheilung. Wenn auch die verschiedenen aufgeführten Zellen, die Zellen der einfachen Bindesubstanz, des Fettgewebes, des rothen Knochenmarkes und der Knorpel, die farblosen und gefärbten Bindegewebskörperchen, die Knochenzellen und die Zahnkanälchen in ihren Gestaltverhältnissen und im Baue in Manchem von einander abweichen, so stimmen sie doch alle in ihrer anatomischen Bedeutung überein und haben auch die meisten eine verwandte Verrichtung, nämlich die, den Stoffwechsel in den betreffenden Geweben zu regeln, und rechtfertigt sich so ihre Zusammenstellung unter einem allgemeinen Namen.

Immerhin soll nicht verkannt werden, dass an den beiden Enden der ganzen Reihe sehr abweichende Gestalten vorkommen und dass allerdings zwischen den Elementen des Zellenknorpels und der einfachen zelligen Bindesubstanz sowie den Fettzellen einerseits und dem Fasergerüste in den Balgdrüsen anderseits keine weitere Aehnlichkeit mehr besteht als die, dass auch das letztere ursprünglich aus einfachen Bindesubstanzzellen bestand. — Mit Bezug auf die chemische Beschaffenheit der Zellen der Bindesubstanz, so ist so viel sicher, dass ihre Hüllen ursprünglich aus einer Proteinverbindung bestehen, im Laufe der Entwickelung jedoch häufig in einen Stoff sich umwandeln, der demjenigen des elastischen Gewebes näher zu stehen scheint. Daher kommt es, dass man in den meisten Bindesubstanzen die Zellen leicht einzeln erhalten kann, wenn man die Grundsubstanz durch Kochen, Säuren oder kaustische Alkalien auflöst, wobei jedoch zu bemerken ist, dass dieselben durch letzteres Reagens in der Wärme immer und ohne Ausnahme zerstört werden und nie auch nur von Ferne die Widerstandsfähigkeit der elastischen Fasern darbieten.

Ausser dieser grossen und wichtigen Gruppe von Zellen im Gewebe der Bindesubstanz finden sich innerhalb derselben noch andere, von denen jedoch viele so massenhaft und selbständig, so ohne alle unmittelbare Verbindung mit der Bindesubstanz auftreten, dass man sie unmöglich ganz in eine Linie mit den eigentlichen Zellen der Bindesubstanz stellen kann. Hierher rechne ich die Zellen parenchymatöser Organe, die sich nicht auf Epithelialbildungen zurückführen lassen, wie die Zellen der geschlossenen Follikel des Darmes und der Milz, die Parenchymzellen der Milz, der Nebennieren und der Thymus, die Zellen der Lymphdrüsen, endlich auch die geformten Elemente der Lymphe und des Blutes, welche Zellen alle unmittelbar in grösseren und kleineren Hohlräumen der Bindesubstanz enthalten sind. Von diesen Zellen schliessen sich die der Lymphdrüsen und der Milzpulpe, neben welchen überall mehr weniger reichliche Bindegewebszüge und Netze von Bindesubstanzzellen sich finden, noch am nächsten an die Fettzellen und Knochenmarkzellen an und ergibt sich dann ein fast allmählicher Uebergang bis zu jenen Formen, bei denen die Zellen massenhaft für sich allein ohne Beimengung von Bindesubstanz auftreten und nur in grösseren Lücken von solcher enthalten sind, wie in der Ernährungsflüssigkeit in den Blutgefässen. Immerhin scheint es mir vom histiologischen wie vom physiologischen Gesichtspunkte aus zweckmässig zu unterscheiden zwischen der stützenden, umhüllenden und ausfüllenden Bindesubstanz mit ihren eigenthümlichen Zellen und den in den grösseren Lücken derselben enthaltenen Bildungen. Mögen diese immerhin, wie alle die oben genannten, mit der Bindesubstanz aus Einer embryonalen Uranlage (der mittleren Keimschicht, *Remak*) hervorgehen, so ist doch einleuchtend, dass dieselben, ebenso gut wie das ursprünglich ebenfalls aus solchen Zellen bestehende Muskel- und Nervengewebe, eine besondere Stellung verdienen. Die genannten Räume der Bindesubstanz lassen sich am füglichsten im Gegensatze zu den intracellulären in ihr selbst (den Höhlen der Bindegewebskörperchen, Knochenzellen, Zahnkanälchen etc.) als Intercellularräume derselben bezeichnen und die in denselben enthaltenen Theile als intercelluläre Flüssigkeit und intercelluläres Parenchym.

Die Aufstellung der wichtigsten der hier besprochenen Gewebe als Eine Gruppe unter dem Namen Bindesubstanz geschah zuerst durch *Reichert* im Jahre 1845, doch fand dieselbe nicht die Beachtung, die sie verdiente, weil *Reichert* in der Begründung seiner Ansicht Sätze vorangestellt hatte, welche den Anschauungen der grossen Mehrzahl der Histiologen nicht entsprachen. In der weiteren Entwickelung dieser Frage nahmen die Untersuchungen über die Entwickelung des Knochengewebes eine wichtige Stelle ein und ist vor Allem der von *Sharpey* und mir für normale, durch *Virchow* für pathologische Bildungen gegebene Nachweis, dass das Knochengewebe auch aus gewöhnlichem Bindegewebe hervorgehen kann, als ein bedeutender Wendepunkt hervorzuheben, insofern als durch diese Thatsache die Zusammengehörigkeit von Bindegewebe und Knorpel immer mehr hervortrat, um so mehr als auch gezeigt wurde, dass die verknöchernde bindegewebige Grundlage unter gewissen Verhältnissen, bevor sie verknöchert, auch die Natur von Knorpel annehmen kann. Immer stand aber einer Durchführung der Vergleichung im *Reichert*'schen Sinne noch das hindernd im Wege, dass das der Knorpelzelle Entsprechende im Bindegewebe nicht gefunden war. Denn wenn auch durch mich (Mikr. Anat.) das häufige Vorkommen von Knorpelzellen und solchen ähnlichen Zellen in rein bindegewebigen Theilen (Sehnen, Bändern, Sehnenscheiden, Synovialcapseln etc.) dargethan war, so war ich doch nicht dazu gelangt, die allgemeine Verbreitung solcher Zellen zu behaupten, und eine Uebereinstimmung des Knorpels und Bindegewebes auf dieselbe zu stützen. Erst im Jahre 1851 wurde dieser entscheidende Schritt von *Virchow* und kurze Zeit darauf und selbständig auch von *Donders* gethan, welche Beide das häufige Vorkommen sternförmiger Zellen im Bindegewebe nachwiesen und dieselben oder die Bindegewebskörperchen (*Virchow*) den Knorpelzellen verglichen, während sie die Fasersubstanz des Bindegewebes, die sie einfach als Intercellularsubstanz ansahen, der Grundsubstanz des Knorpels an die Seite stellten. Ausserdem zog *Virchow* auch das Knochengewebe in den Kreis seiner Untersuchung und wies nach, dass die sternförmigen Knochenkörperchen für sich darstellbare Gebilde sind und bei der Bildung des Knochens aus Bindegewebe aus den sternförmigen Bindegewebskörperchen desselben hervorgehen, so dass auch der innere Zusammenhang zwischen Knochen und Bindegewebe bestimmt hervortrat. Ueberhaupt wurde die Frage der Verwandtschaft von Bindegewebe, Knorpel und Knochen von *Virchow* auch noch nach anderen Seiten, namentlich mit Bezug auf die physiologische Bedeutung der Zellen und die Pathologie beleuchtet, so dass die Wissenschaft es ihm vor Allem zu danken hat, wenn die Ansichten über diese Gewebsgruppe mit einem Male bedeutend sich klärten.

Es war nicht anders möglich, als dass diese wichtigen Entdeckungen eine Menge Arbeiten über die Bindesubstanzen hervorriefen, die die *Virchow-Donders*'schen Mittheilungen theils bestätigten und erweiterten, theils aber auch in diesen oder jenen Punkten denselben entgegentraten. Was einmal die Bindegewebskörperchen betrifft, so wurden dieselben zwar von den meisten Seiten angenommen, auf der andern Seite erstand ihnen aber auch in *Henle* ein gewaltiger und zäher Gegner, der nun schon viele Jahre hindurch sich alle Mühe gibt, das Vorkommen von zelligen Elementen im *Virchow*'schen Sinne im Bindegewebe zu bestreiten, ein Bestreben, in dem er in neuerer Zeit von verschiedenen jüngern Kräften unterstützt wurde. Ich habe vor Kurzem den Versuch gemacht, als Unparteiischer den Streit zu schlichten und nachgewiesen, dass die *Virchow*'schen Zellen, wenn auch ihr Vorkommen nicht zu bezweifeln ist, doch nicht überall als sternförmige Elemente sich finden, wie *Virchow* angenommen hatte, so dass somit *Henle's* Einwürfe, die zum Theil auch gegen *Virchow's* Schilderung der Form der Zellen gerichtet waren, in gewisser Beziehung als gerechtfertigt dastehen. Das Nähere hierüber findet sich in den §§, die vom Baue des Bindegewebes und der Sehnen handeln, und will ich daher hier nur noch bemerken, dass abgesehen von dieser Streitfrage die neuere Zeit die Kenntniss der Bindegewebskörperchen nach verschiedenen Seiten gefördert hat. So verfolgten *Virchow* und seine Schüler *Strube* und *His* die schon von *Donders* angedeuteten pathologischen Veränderungen derselben, *Virchow* selbst gab eine lichtvolle Darstellung über ihre Beziehung zu den Ernährungsvorgängen (Archiv IV. Nr. XII. u. XIV.), und machte die äusserst wichtige Entdeckung, dass von diesen Zellen aus durch besondere Vermehrungsvorgänge eine grosse Zahl von Zellen pathologischer Bildungen entstehen, die man früher auf Rechnung einer freien Zellenbildung geschrieben hatte. *Lent* und ich zeigten, dass auch

die Zahnkanälchen nichts als umgewandelte Bindegewebskörperchen sind, ich selbst (Handb. II. Aufl. p. 55), *Wittich* (*Virch.* Arch. IX) und *Leydig* (Histol. p. 26) zogen auch die Pigmentzellen im Bindegewebe hierher, was übrigens schon bei *Donders* kurz erwähnt sich findet. Ich selbst endlich reihte den Bindegewebskörperchen auch gewisse Zellen- und Fasernetze der Balgdrüsen, Thymus, Milz, Retina u. s. w. an, deren Stellung bisher sehr zweifelhaft gewesen und die von den Einen zum Bindegewebe, von den Andern hierher, von noch Andern zum elastischen Gewebe gestellt worden waren. (Siehe unten bei der einfachen Bindesubstanz.)

Ergab sich so mit Bezug auf die Bindegewebskörperchen die *Donders-Virchow*'sche Auffassung im Ganzen als richtig, so litt dieselbe dagegen in ihrer Schilderung der Entwickelung der elastischen Fasern gänzlich Schiffbruch. Durch die Arbeiten von *H. Müller*, *Henle* und *Reichert*, die zuletzt durch meine eigenen Untersuchungen einen vollständigen Abschluss erhielten, wurde nämlich gezeigt, dass die genannten Elemente nicht aus den Bindegewebskörperchen hervorgehen, wie *Donders* und *Virchow* und auch ich lange Zeit angenommen hatten, sondern selbständig in der Zwischensubstanz sich bilden, ein Nachweis der mit Bezug auf die allgemeine Frage der Verwandtschaft der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz nur erwünscht sein konnte, indem es nun möglich wurde, den Netzknorpel und das elastische Gewebe einander ganz an die Seite zu stellen, während nach *Virchow's* Auffassung den elastischen Fasern dieser Gewebe eine ganz verschiedene anatomische Bedeutung zugeschrieben werden musste.

Am schwierigsten beinahe gestaltete sich die Frage nach der Bedeutung der Grundmasse der verschiedenen Bindesubstanzen zu einander, und machten sich in dieser Beziehung folgende Ansichten geltend:

1) Die Grundmasse des Bindegewebes entwickelt sich ganz und gar aus Zellen, die länglich werden und in Fibrillen zerfallen, die des Knorpels ist Intercellularsubstanz. *Schwann.*
2) Die Grundmasse aller Bindesubstanzen ist Intercellularsubstanz und entwickelt sich nicht aus Zellen. *Virchow* und *Donders*, denen die meisten Neuern sich anschlossen.
3) Die Grundmasse der Bindesubstanzen entwickelt sich durchweg aus den äusseren secundären Membranen der Bindesubstanzzellen, und ist auch nicht dem geringsten Theile nach Intercellularsubstanz. *Remak.*
4) Die Grundsubstanz des Knorpels ist Intercellularsubstanz, die des Bindegewebes entwickelt sich aus rundlichen oder länglichrunden Zellen und einer Zwischensubstanz, die mit einander in eine gleichartige Masse verschmelzen. *Reichert.*

Es ist einleuchtend, dass die unter 2. und 3. verzeichneten Ansichten die ganze Frage am einfachsten lösen, indem sie der Grundmasse der Bindesubstanzen, freilich in sehr verschiedener Weise, eine ganz gleichmässige Deutung und Entwickelung geben, und wird man daher vor Allem zu fragen haben, ob eine dieser beiden Ansichten Aussicht auf Geltung hat. Was die von *Remak* betrifft, so könnte man zwar möglicherweise für den Knorpel im Zweifel sein, ob derselbe eine andere als von den äusseren secundären Zellmembranen abgeleitete Grundsubstanz besitze, indem die Betheiligung dieser an der Bildung der letztern eine ausgemachte Sache ist und sich schwer sagen lässt, was von der Grundsubstanz auf Rechnung von solchen, was auf Kosten eines aus den Blutgefässen stammenden Saftes zu setzen ist; was dagegen das Schleimgewebe und das gallertartige Bindegewebe anlangt, so ist das Vorhandensein einer formlosen Zwischensubstanz nicht zweifelhaft, und ergibt sich so *Remak's* Ansicht als nicht stichhaltig. Eben so wenig ist *Reichert's* Ansicht richtig, da es nicht schwer hält, die zelligen für sich bestehenden Elemente auch im älteren Bindegewebe nachzuweisen. Von vorn herein bestechend ist dagegen auf jeden Fall die Ansicht von *Virchow* und *Donders* und ergibt sich, dieselbe als richtig vorausgesetzt, eine sehr schöne und durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz. Nichtsdestoweniger glaubte ich derselben bisher entgegentreten und *Schwann's* Ansicht festhalten zu müssen. Eine vor Kurzem erst vorgenommene Untersuchung der Entwickelung des Bindegewebes hat mich jedoch belehrt, dass die Zellen, die ich bisher

für Entwickelungsstufen der Fibrillenbündel des Bindegewebes hielt, nichts als Bindegewebskörperchen sind, so wie dass in der That die fibrilläre leimgebende Substanz Intercellularsubstanz ist. Somit schliesse ich mich jetzt ganz und gar an *Virchow* und *Donders* an und halte wie sie dafür, dass Knorpel, Knochen und Bindegewebe, denen ich nun auch das Zahnbein und das elastische Gewebe beifüge, sowohl in ihren Zellen als den Grundsubstanzen in allen wesentlichen Verhältnissen sich entsprechen.

Ich kann nicht umhin, hier noch ein Wort über die Bedeutung der Bindesubstanzzellen beizufügen. Dieselben sind offenbar der wichtigste Theil der Bindesubstanz und die eigentlichen Vermittler der Saftbewegung und Ernährungsvorgänge in derselben, während die übrige Bindesubstanz mehr untergeordneten mechanischen Zwecken dient. Zugleich befinden sie sich auch — und dieser Gesichtspunkt kann nicht genug hervorgehoben werden — von allen Zellen des Organismus, wenn man so sagen darf, auf der untersten Stufe und können gewissermassen als wenig eigenthümliche, den embryonalen Zellen noch am nächsten stehende Elemente angesehen werden. Daraus folgt dann ihre Fähigkeit, in andere entwickeltere Gewebstheile sich umzubilden, wofür zahlreiche, den physiologischen und pathologischen Vorgängen entlehnte Beispiele sich anführen lassen, deren Kenntniss wir vor Allem *Virchow* verdanken, der, wie nicht leicht ein Anderer in einem ähnlichen Falle vor ihm, es verstanden hat, seine ersten Beobachtungen über diese Zellen nach allen Seiten fruchtbringend zu machen. Bindegewebskörperchen ähnliche Zellen sind es, welche, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, benutzt werden, wenn es sich darum handelt, Capillaren von Blut- und Lymphgefässen oder feine Nervenverästelungen weiter zu bilden (S. m. Erfahr. bei Froschlarven), was wahrscheinlich auch pathologisch Geltung hat; bei der Bildung des Knorpel- und Knochenmarkes sind es die ihnen gleichwerthigen Knorpelzellen, die zuerst eine Brut zarter Bildungszellen erzeugen, aus denen die Gefässe, Nerven, Fettzellen mit allen ihren verschiedenen Bestandtheilen, selbst Muskelfasern, Blutzellen und Epithelien entstehen; dasselbe geschieht bei der Bildung der Synovialcapseln an Orten, wo anfänglich zusammenhängender Knorpel da ist, z. B. zwischen den Rippen und dem Brustbeine; pathologisch endlich gehen, wie *Virchow's* überraschende Erfahrungen gelehrt haben, aus Bindegewebskörperchen durch reichliche Wucherungen und Umwandlungen die mannichfachsten Bildungen vom Eiter bis zu den Elementen von Geschwülsten aller Art hervor. Bei so bewandten Umständen liegt es nahe, verschiedene andere Elementarformen an die Bindesubstanzzellen anzureihen, wie z. B. die Capillaren, deren mögliche Beziehung zu den Bindegewebskörperchen zuerst von *Virchow* (Würzb. Verh. II. p. 317) und später erst von *Leydig* (Anat. Unt. üb. Fische u. Rept. 1853), *His* (Würzb. Verh. IV.), *Bruch* (Zeitschr. f. w. Zool. VI.) und mir (Mikr. Anat. II. 2. p. 625 u. 626) ins Auge gefasst worden ist; es ist jedoch klar, dass diese Verhältnisse nur von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus ihre wahre Würdigung finden können, wenn man sich vor Einseitigkeiten hüten will. Mit demselben Rechte, wie die Capillaren, müsste man auch die letzten Nervenenden zu den Bindegewebskörperchen stellen und so würde man bald dazu kommen, auch die glatten und quergestreiften Muskelzellen, die Blutkörperchen, Ganglienzellen u. s. w. für Bindegewebskörperchen zu erklären, weil alle diese Zellen aus einer und derselben Lage des Keimes, wie die Bindegewebskörperchen, entstehen und zwischen den Elementen der Fasersubstanz des Bindegewebes liegen, mit welcher Verallgemeinerung dann natürlich der Standpunkt der Histiologie ganz verloren ginge.

Literatur. *C. B. Reichert*, Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat, 1845; *Virchow*, die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe, in Würzb. Verh. 1851. II. S. 150 u. 314; *Donders* in *Ned. Lancet.* 1851, Juli und Aug., und Zeitschrift f. wiss. Zool. III. S. 348; *Kölliker*, in Würzb. Verh. III. S. 1; *Henle*, in Canst. Jahresb. 1851, 1852; im Bericht ü. d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol. f. 1858; *v. Hessling*, in Illustr. med. Zeitung 1852. S. 54. 124. 162; *C. B. Reichert*, in *Müll.* Arch. 1852. S. 521; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1852. S. 47; *F. F. Thierfelder*, *de regeneratione tendinum. Misenae* 1852. *Diss.*; *Luschka*, die Anatomie der männlichen Brustdrüsen, in *Müll.* Arch. 1852. S. 402; *Leydig*, Unters. über Rept. u. Fische 1853. S. 112; *Bruch*, Vergl. Unt. üb. d. Bindegewebe, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI.; *F. W. Beneke*, Arch. d. Vereins f. gem. Arbeiten Bd. IV. St. 381; *A. Baur*,

die Entw. d. Bindesubstanz. Tübingen 1858, und in *Müll.* Arch. 1859. S. 337; *R. Virchow*, in s. Arch. XVI. S. 1; *Förster*, in *Virch.* Arch. XVIII. St. 170; *H. Müller*, in Würzb. Verh. X; *Kölliker*, Neue Untersuch. ü. d. Entw. d. Bindegewebe. Würzb. 1861, auch in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. II.

§. 25.

Einfache Bindesubstanz. Unter diesem Namen will ich eine ganze Gruppe einfacher Gewebsformen aus der Abtheilung der Bindesubstanzen zusammenfassen, welche aus meist zarten Bindesubstanzzellen mit oder ohne Zwischensubstanz bestehen, die, wenn vorhanden, schleim- und eiweisshaltig, nie leimgebend ist. — Da die hierher zu zählenden Gewebsformen vorzüglich bei niederen Thieren sich finden, so muss eine genauere Besprechung derselben der vergleichenden Histiologie überlassen werden und wird hier mehr nur dasjenige erörtert, was für die Säugethiere und den Menschen von grösserer Bedeutung ist.

Als Unterabtheilungen der einfachen Bindesubstanz unterscheide ich:

1) Die einfache zellige Bindesubstanz.

Besteht aus runden zarten Zellen, deren Inhalt meist Schleim oder Eiweiss, seltener neben denselben auch Fett, Pigment oder Kalkniederschläge sind. Hierher die Bindesubstanz der Mollusken z. Th. (*Leydig, Semper, Gegenbaur*), der Decapoden z. Th. (*C. Häckel*).

2) Die gallertige einfache Bindesubstanz.

Zeigt eine schleim-, eiweiss- oder celluloschaltige Grundsubstanz und Zellen, die rund oder sternförmig und im letztern Falle häufig unter einander zu einem Netz verbunden sind (netzförmige einfache Bindesubstanz). In einzelnen Fällen schwinden später die Zellen, so dass nichts als die Grundsubstanz bleibt (einfaches Gallertgewebe), in anderen treten in dieser noch besondere Fasern auf, die an elastische Fasern erinnern.

Hierher zählt der Glaskörper im Auge, die Gallerte um die Wirbelsäule der Leptocephaliden (ich), diejenige des elektrischen Organes von *Raja*, die cellulosenhaltige Gallerte der Tunicaten, das Gallertgewebe der Fische z. Th., dasjenige der Mollusken und von embryonalen Bildungen die Gallerte des Schmelzorganes (siehe die Figur bei den Zähnen), diejenige, die ursprünglich die Stelle der Labyrinthhöhlungen und der Paukenhöhle einnimmt, die unentwickelte *Wharton*'sche Sulze und das embryonale lockere Bindegewebe auf früher Stufe überhaupt.

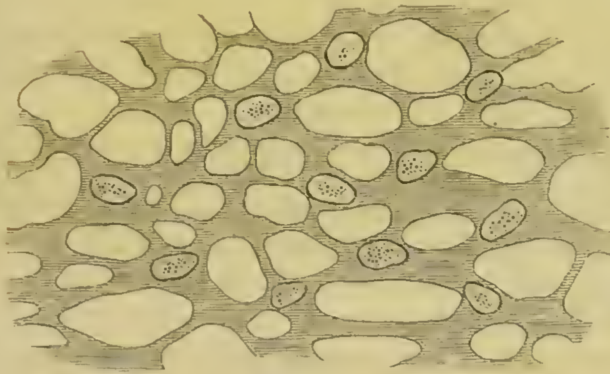
3) Die cytogene Bindesubstanz (adenoide Substanz *His*).

Das eigenthümliche Gewebe, das von *Donders* und mir zuerst in den Alveolen der Lymphdrüsen aufgefunden wurde und das, wie dann besonders die Erfahrungen von *Billroth, His, Heidenhain, Frey* gelehrt haben, eine grosse Verbreitung besitzt, verdient eine besondere Bezeichnung. In der 3. Auflage habe ich dasselbe in einem besonderen § als interstitielles Parenchym der Bindesubstanz aufgeführt, finde mich nun aber jetzt veranlasst, dasselbe der einfachen Bindesubstanz beizuzählen, da die die zelligen Elemente stützenden Zellen- und Fasernetze nichts als Bindegewebskörperchen und Abkömmlinge von solchen sind. Das Bezeichnende dieses Gewebes ist 1) ein

Fasergerüst, das entweder aus Netzen sternförmiger kernhaltiger Zellen (Fig. 20, 21) oder aus kernlosen aus dem Zellennetze hervorgegangenen Balken (Fig. 22) besteht; letztere, obschon Bindegewebe ähnlich, bestehen doch weder aus leimgebender noch aus elastischer Substanz, sondern aus einer zu den Eiweisskörpern gehörigen Verbindung, wenigstens lösen sich dieselben beim Kochen in Wasser nicht, wohl aber in heissen kaustischen Alkalien auf; 2) ein Parenchym von Zellen, das mit wenig Flüssigkeit die Maschen des Gerüstes



Fig. 20.


Fig. 21.

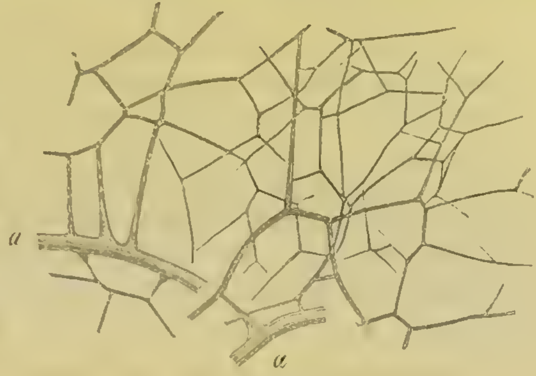


Fig. 22.

als dichte Masse erfüllt. Diese Zellen sind im Leben, wie aus häufig vorkommenden mehrkernigen und eingeschnürten Formen geschlossen werden darf, in reger Vermehrung begriffen, gleichen den farblosen Zellen der Lymphe ganz und gar und dienen an vielen Orten sicher als Ersatz für diese Elemente, indem sie aus den betreffenden Organen in Höhlen übertreten, die zum Gefässsystem gehören.

Die cytogene Bindesubstanz findet sich in den Lymphdrüsen, in der Pulpe und den *Malpighi*'schen Bläschen der Milz, in den Tonsillen, Balgdrüsen der Zungenwurzel und des Pharynx, den Follikeln des Magens und Darmes, in der Thymus und ausserdem, wie Dr. *Schmidt* aus Kopenhagen hier gefunden hat, auch in der Mucosa der Zunge von Säugern bis in die Papillen hinein, ein Vorkommen, das durch *His* auch auf die Darmmucosa und Darmzotten ausgedehnt worden ist. In den einen Fällen ist dieselbe in scharf abgesetzten Follikeln oder Bälgen, in andern nesterweise und ohne bestimmte Abgrenzung in mehr gewöhnlichem Bindegewebe enthalten, welche beiden Vorkommnisse auch an einem und demselben Organe sich finden.

Fig. 20. Eine Alveole aus einer Inguinaldrüse des Menschen, 250mal vergr. *a.* Hülle derselben, *b.* inneres Maschengewebe, dessen Räume auf der einen Seite mit Lymphkörperchen gefüllt sind, *c.* Kerne der Faserzellen des Maschengewebes; *d.* einige isolirte Faserzellen des Maschennetzes, 350mal vergr.

Fig. 21. Netz von Bindesubstanzzellen (Bindegewebskörperchen aus einem Follikel einer Peyer'schen Drüse des Kaninchens). Nach einem Präparate des Herrn Dr. Eberth. 350mal vergr.

Fig. 22. Fasergerüst von demselben Orte mit Ansätzen der Fasern an Capillaren *a a*, das Ganze aus einem Netze zarter Zellen hervorgegangen. Nach demselben Präparate und einer Zeichnung des Herrn Dr. Eberth. 350mal vergr.

Ich bitte wohl zu beachten, dass die 2. und 3. Abart der einfachen Bindesubstanz mannichfache Uebergänge zu mehr gewöhnlichem Bindegewebe zeigen, indem an manchen Orten in der Zwischensubstanz neben den geschilderten Elementen auch ächte Bindegewebsfibrillen sich finden, was namentlich in den folliculären Drüsen aller Art und im gallertigen Bindegewebe von erwachsenen Geschöpfen vorkömmt. Hier ist auch der Ort, um auf das Vorkommen von Bindesubstanzzellen oder Bindegewebskörperchen in andern Geweben oder für sich allein aufmerksam zu machen. Wie in den Balgdrüsen die Bindesubstanzzellen eigentlich nur als Träger des Zellenparenchyms dienen, so finden sie sich auch in der Retina als Stützsubstanz der nervösen Elemente (siehe bei der Retina) und vielleicht auch noch in andern Theilen des Nervensystems. In verhältnissmässig grösserer Menge für sich auftretende Netze von Bindegewebskörperchen kenne ich aus den Hüllen der häutigen Säckchen und Kanälchen im innern Ohre und dem innern Perioste des Labyrinthes, woselbst sie die Reste der früher hier vorhandenen gallertigen Bindesubstanz sind. Ferner scheint mir das Gewebe der *Lamina fusca chorioideae* und der Chorioidea selbst grösstentheils hierher zu gehören, nur dass die Zellen z. Th. pigmentirt sind, und wird wahrscheinlich eine genauere Untersuchung des *Ligamentum iridis pectinatum* und der *Zonula Zinnii* ergeben, dass deren Fasernetze ebenfalls aus Bindegewebskörperchen hervorgehen und ganz nahe an die kernlosen Netze der folliculären Drüsen sich anreihen.

Literatur. Man vergl. die im vorigen § aufgeführten Abhandlungen von *Virchow* und mir, die Arbeiten von *His*, *Billroth*, *Frey* und *Heidenhain* über die Lymphdrüsen und verwandten Bildungen, endlich die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von mir (Tunicaten), *Virchow* und *Schultze* (Medusen), *Leydig*, *Gegenbaur*, *Semper*, *Häckel* u. A. m.

§. 26.

Knorpelgewebe. Die Knorpel bestehen, mit Ausnahme der verkalkten Knorpel, die beim Menschen keine besondere Rolle spielen, aus einer festen, aber elastischen, bläulichen, milchweissen oder gelblichen Substanz, die in morphologischer Beziehung in doppelter Weise sich verhält und einmal als einfaches Parenchym von Zellen und zweitens als Zellengewebe mit einer zwischen den Elementen befindlichen Grundsubstanz erscheint. Die Knorpelzellen bieten in der Form wenig Eigenthümliches dar: dieselben sind meistens rund oder länglich-rund, häufig abgeplattet oder spindelförmig, sehr selten sternförmig (bei Tintenfischen, Haien, im Kehlkopf des Ochsen, in Enchondromen). Ihre Membran ist zwar anfänglich zart, belegt sich jedoch später an den meisten Orten an ihrer äusseren Seite mit einer zweiten Lage, welche in demselben Verhältnisse zu ihr steht, wie die Cellulosenmembran der Pflanzenzellen zum Primordialschlauche. Man hat daher an den Knorpelzellen zwei Theile zu unterscheiden: 1) die eigentliche Zelle oder den Primordialschlauch (das Knorpelkörperchen der Autoren), eine äusserst zartwandige, meist mit hellem Cytoplasma nebst einem Zellenkern erfüllte Zelle und 2) die äussere secundäre Membran oder die Knorpelcapsel (die Knorpelhöhle der Autoren), eine durch Ausscheidung des Primordialschlauches gebildete feste helle oder gelbliche Lage, welche die



Fig. 23.

Fig. 23. Drei Knorpelzellen vom Menschen. 350mal vergr. 1. Aus dem Kehldeckel, leicht isolirbar mit etwas zusammengeschrumpftem Primordialschlauch. 2. Aus einem Gelenkknorpel mit stark geschrumpftem Primordialschlauch. 3. Aus einem verknöchernden Knorpel mit unverändertem Primordialschlauch, letztere zwei Zellen mit dünner, 1 mit dicker Knorpelcapsel. *a*. Knorpelcapsel, *b*. Primordialschlauch mit dem Zelleninhalt und Kern, der in 2 verdeckt ist.

innere Zelle dicht umgibt und durch fortgesetzte Ausscheidungen dieser, die an ihrer inneren Oberfläche sich ansetzen, ein geschichtetes Ansehen und eine sehr bedeutende Dicke erlangen kann. Durch viele Reagentien, auch durch Wasser, gerinnt der Inhalt der zarten Knorpelzelle und schrumpft dieselbe zusammen, so dass ein Zwischenraum zwischen ihr und ihrer Knorpelcapsel sich bildet (Fig. 21. 1, 2), und gestaltet sich dieselbe so zu einem dunklen, auch wohl zackigen Körperchen ohne deutlichen Kern, dessen Bedeutung schwer zu erkennen ist. — Sehr häufig findet sich bei den Knorpelzellen eine Vermehrung der Zellen, welcher Vorgang dadurch zu Stande kommt, dass der Primordialschlauch innerhalb der Knorpelcapsel sich theilt. Um die Tochterzellen bilden sich dann neue Knorpelcapseln, während die Capseln der Mutterzellen allmählich mit der Zwischensubstanz verschmelzen, welche mithin, wenigstens einem Theile nach, auf Rechnung der Zellen zu setzen ist. Die Grundsubstanz ist entweder gleichartig oder feinkörnig oder faserig, selbst mit deutlichen, darstellbaren Fasern, die einer Umwandlung der Grundsubstanz ihren Ursprung verdanken und in zwei scharf getrennten Abarten auftreten, nämlich erstens als gleichlaufende blasse leimgebende Fäserchen und zweitens als dunkle, netzförmig verbundene stärkere und schwächere Fasern aus elastischer Substanz. Die chemischen Charaktere des Knorpelgewebes sind zum Theil noch wenig bekannt. So viel ist sicher, dass die Zellen und die Grundsubstanz nicht aus demselben Stoffe bestehen. Die Hüllen und der Inhalt der eigentlichen Knorpelzellen lösen sich nämlich beim Kochen nicht auf und leisten in Alkalien und Säuren lange Widerstand, Eigenschaften, welche sie von der leimgebenden Substanz entfernen, dagegen dem elastischen Gewebe nähern. Dagegen scheinen die Knorpelcapseln oder die secundären Hüllen der Knorpelzellen nach und nach in eine leimgebende Substanz überzugehen, wie sich daraus schliessen lässt, dass dieselben beim Kochen mehr weniger verändert werden, und dass namentlich die mit der Grundsubstanz mehr verschmolzenen Capseln der Mutterzellen beim Kochen aufgelöst werden. Der Inhalt der Zellen gerinnt in Wasser und verdünnten organischen Säuren und löst sich in Alkalien leicht auf. Die Grundsubstanz ist bei der Mehrzahl der Knorpel Chondrin, und nur bei den Netzknorpeln, in so weit sie Fasern enthalten, und ebenso in den deutlich faserigen Theilen ächter Knorpel, z. B. den Rippen, ein Stoff, der der Substanz des elastischen Gewebes sehr verwandt ist. Demzufolge geben die nur aus Knorpelzellen bestehenden Knorpel und die Netzknorpel beim Kochen in Wasser keinen oder nur wenig Leim und gehört das Vorkommen von solchem nicht zum Wesen des Knorpelgewebes. In sich entwickelnden Knorpeln zeigt übrigens nach *Schwann* die Zwischensubstanz anfänglich noch nicht die Eigenschaften des Chondrins.

In physiologischer Beziehung ist besonders die Festigkeit und Federkraft der Knorpel hervorzuheben, Eigenschaften, durch welche dieselben in verschiedener Weise von Nutzen sind. In wachsenden Knorpeln ist der Stoffwechsel sehr lebhaft und enthalten dieselben auch an gewissen Orten regelrecht in besondern Knorpelkanälen zahlreiche Blutgefässe, ja selbst, wie von mir in der Nasenscheidewand des Kalbes nachgewiesen wurde, Nerven. Die Knorpel entwickeln sich aus den ursprünglichen embryonalen Zellenmassen, indem die Zellen derselben zu den Knorpelzellen sich umbilden und, an den meisten Orten wenigstens, auch eine Intercellularsubstanz zwi-

schen denselben auftritt, die in entfernter Linie von der Ernährungsflüssigkeit herzuleiten ist, aber unzweifelhaft unter Mitbetheiligung der Zellen des Gewebes sich bildet. Bleibt diese Zwischensubstanz gleichartig, so entsteht der hyaline Knorpel, treten dagegen Fasern dieser oder jener Art in ihr auf, so bildet sich der Faser- und elastische Knorpel, wobei jedoch zu bemerken ist, dass, wie meine Erfahrungen über die Entwickelung der Fischwirbel lehren, auch Faserknorpel nachträglich in hyalinen Knorpel übergehen kann. Dieselben Erfahrungen zeigen ferner, dass auch eine Fasersubstanz mit kleinen Zellen, die man kaum anders als Bindegewebe nennen kann, in wahren Knorpel sich umzuwandeln fähig ist, so dass es mithin zweierlei etwas verschiedene Entwickelungsweisen von hyalinem Knorpel, eine unmittelbare und eine mittelbare, gibt. Das Wachsthum der Knorpel ist noch wenig genau verfolgt. Sicher ist so viel, dass dasselbe einem guten Theile nach durch endogene Zellenvermehrung der vorhandenen Knorpelzellen und dann durch Ablagerung immer neuer Zwischensubstanz zwischen die Zellen sich macht. Erstere, deren Spuren noch an fertigen Knorpeln ganz deutlich zu erkennen sind, tritt in verschiedener Weise auf, je nachdem Knorpel in dieser oder jener Richtung stärker wachsen, im Allgemeinen ist jedoch zu bemerken, dass der Hauptsitz des Wachsthumes in der Nähe der angrenzenden gefässhaltigen Theile sich befindet. So wachsen alle von Knorpelhaut überzogenen Stellen von Knorpeln durch die Wucherung einer in geringer Entfernung von der genannten Haut befindlichen leicht kenntlichen Lage von grösseren Zellen, ferner die an Knochen anstossenden Theile mit den hier befindlichen Elementen (Rippen-, Epiphysenknorpel). Die Ablagerung von Zwischensubstanz hält wohl im Ganzen mit der Vermehrung der Zellen gleichen Schritt, so jedoch, dass dieselbe vor Allem an den Stellen auftritt, wo die Zellenvermehrung in Abnahme begriffen ist, mithin besonders im Innern derselben (Kehlkopf, Rippenknorpel). Ein Wachsthum des Knorpels durch Anlagerung neuer Knorpellagen aussen auf den fertigen Knorpel, wie *Bruch*, *Gerlach*, *Beneke* ein solches annehmen, kommt bei vielen Knorpeln ganz entschieden nicht vor; seit ich jedoch bei Fischen eine Umwandlung von Bindegewebe in hyalinen Knorpel wahrgenommen habe, bin ich bereit, die Möglichkeit einer unmittelbaren Beziehung des Perichondriums zum Wachsthume der Knorpel zuzugeben, und empfehle ich diesen Gegenstand zur weiteren Untersuchung. — Im fertigen Knorpel ist der Stoffwechsel auf jeden Fall nicht lebhaft und hat derselbe auch, abgesehen von den Gefässen der viele Knorpel überziehenden Knorpelhaut *(Perichondrium)*, und des angrenzenden Knochens keine besonderen Vermittler, ausser bei den Knorpeln einiger Säugethiere (Nasenscheidewand) und der Plagiostomen, in welchen letztern nach *Leydig's* und meinen Erfahrungen auch bei alten Thieren zum Theil Gefässkanäle, zum Theil spindel- oder sternförmige Knorpelzellen, bei denen ich jedoch keine Verbindungen sehe, sich finden. Im Alter wird die Grundsubstanz gewisser ächten Knorpel gern faserig und in ihren chemischen Eigenthümlichkeiten derjenigen der Netzknorpel sehr ähnlich, was, zusammengehalten mit der Thatsache, dass an gewissen Orten (am schönsten in der *Cartilago arytaenoidea* von Säugethieren) Netzknorpel und ächte Knorpel unmittelbar in einander übergehen, beweist, dass diese zwei Knorpelarten nicht scharf von einander geschieden sind. Ebenso verknöchern im Alter die wahren

Knorpel gar nicht selten, indem zugleich Gefässe und Knorpelmark in ihnen sich ausbilden. Wiedererzeugungsfähigkeit besitzen die Knorpel nicht und ebensowenig heilen Knorpelwunden durch Knorpelsubstanz, dagegen ist zufällige Knorpelbildung gar nicht selten.

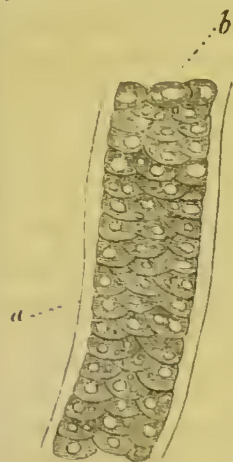


Fig. 24.

Die verschiedenen Arten des Knorpelgewebes sind folgende:

I) Knorpelgewebe ohne Grundsubstanz oder Zellenknorpel. Hierher gehört die *Chorda dorsalis* der Embryonen und mancher ausgewachsenen Fische; ferner viele fötale Knorpel, die Knorpel der Kiemenblättchen der Fische zum Theil, die des äussern Ohres mancher Säugethiere und die Knorpel der Anneliden, Cephalophoren und von *Limulus*.

II) Knorpelgewebe mit Grundsubstanz.

1) Mit mehr gleichartiger, chondringebender Grundsubstanz.


Fig. 25.

a) Mit nicht verkalkter Grundsubstanz: ächter Knorpel, hyaliner Knorpel. Findet sich bei den grössern Knorpeln der Respirationsorgane, denen der Gelenke, Rippen und der Nase, dann bei allen Symphysen und Synchondrosen unmittelbar an den Knochen, am *Sulcus ossis cuboidei*, am *Sulcus hamuli pterygoidei*, am *Calcaneus* über der Insertion des *Tendo Achillis*, und bei den sog. ossificirenden Knorpeln des Fötus.

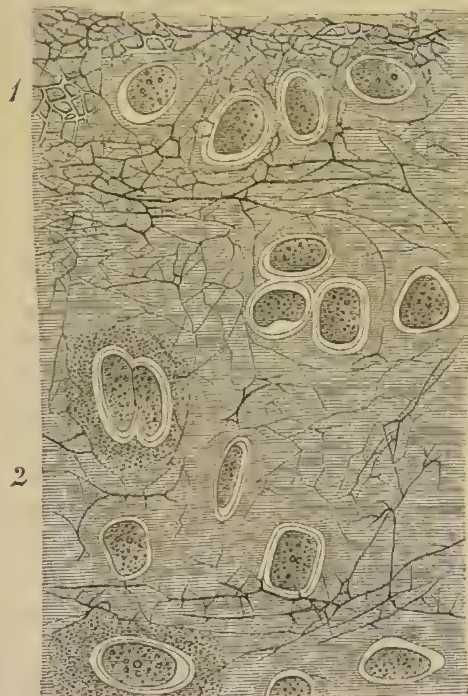


Fig. 26.

b) Mit verkalkter Grundsubstanz: verkalkter Knorpel *(J. Müller)*, Knorpelknochen *(H. Müller)*. Bildet bei den Plagiostomen die äussere pflasterförmige Rinde des Skelettes, findet sich auch beim Menschen und bei Säugethieren, besonders unter den Gelenkknorpeln am Ende der Apophysen der Röhrenknochen und dann vorübergehend an den Ossificationsstellen der Knorpel. Besteht aus verkalkter, Chondrin (?) gebender Grundsubstanz mit verkalkten gewöhnlichen Knorpelcapseln.

Fig. 24. Stück der *Chorda dorsalis* eines 6‴ langen Schafembryo. *a.* Scheide derselben; *b.* Zellen mit hellen blasigen Räumen.

Fig. 25. Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der *Cart. cricoidea*, 350mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 26. Aus der *Cartilago arytaenoidea* des Ochsen. 1 Aechter Netzknorpel; 2 Uebergänge desselben in hyalinen Knorpel. 350mal vergr. Die Zeichnung von Herrn Dr. Eberth.

2) Mit faseriger leimgebender Grundsubstanz: Faserknorpel, Bindegewebsknorpel. Findet sich seltener in Form besonderer Organe, wie der *Cartilagines interarticulares. Labra glenoidea*, meist eingestreut und nesterweise in gewöhnlichem Bindegewebe, wie in manchen Sehnen, Sehnenscheiden, den *Ligg. intervertebralia* u. s. w. und zeigt mannichfache Uebergänge zu gewöhnlichem Bindegewebe. — Bei Thieren, besonders Fischen, ist diese Form sehr häufig und tritt auch verkalkt auf.

3) Mit faseriger, vorzugsweise aus elastischem Stoffe bestehender Verbindungssubstanz: Netzknorpel, gelber Knorpel, elastischer Knorpel: *Epiglottis*, *Cartil. arytaenoideae* z. Th., *Santorinianae, Wrisbergianae*, Knorpel des Ohres und der *Tuba Eustachii* (Fig. 26).

Mit Bezug auf die Knorpelcapseln spielen die alten Streitfragen auch in unsere Tage herüber. Auf der einen Seite nehmen *Henle* und *Aeby* immer noch, wie früher *Reichert* u. A., an, dass die Capseln nur der Grundsubstanz angehören, während *Schultze* mit *Remak* gar keine eigentliche Zwischensubstanz anerkennt, sondern dieselbe ganz und gar auf Rechnung der verschmolzenen Zellencapseln setzt. Meiner Meinung nach liegt die Wahrheit in der Mitte, doch halte ich es viel weniger für nöthig, die Zusammengehörigkeit der Capseln und Knorpelzellen darzuthun, als zu beweisen, dass nicht die ganze Zwischensubstanz von verschmolzenen Zellencapseln herrührt. Denn es unterliegt keinem Zweifel, dass in vielen Knorpeln mit scheinbar schöner Zwischensubstanz dieselbe doch ganz und gar auf Rechnung von Zellen kommt, wie theils die Verfolgung der Entwickelung derselben, theils ihre Behandlung mit *Kali causticum* von 35 % lehrt. Am lehrreichsten scheinen mir die Fälle zu sein, wo, wie *H. Müller* bei der knorpeligen Sclerotica der Fische gezeigt hat, einseitige mächtige zellenlose Ansammlungen von Grundsubstanz sich finden, ferner die, wo bei Embryonen noch zartwandige und keine besonderen Vermehrungserscheinungen zeigende Capseln schon durch Zwischengewebe getrennt sind. Ausserdem betone ich den unmittelbaren Uebergang des Perichondriums mit seiner Zwischensubstanz und seinen Zellen in die entsprechenden Theile der hyalinen und elastischen Knorpel, ein Umstand, der mir sehr beweisend zu sein scheint, da nicht daran zu denken ist, die Grundsubstanz der Knorpelhaut von den Zellen abzuleiten.

Den neuesten Untersuchungen von *H. Müller* zufolge muss der verkalkte Knorpel von den wahren Knochen unterschieden werden, indem nun nachgewiesen ist, dass der Knorpel bei der gewöhnlichen Verknöcherung als solcher zu Grunde geht. Die Verschiedenheit des verkalkten Knorpels der Plagiostomen vom ächten Knochen hat übrigens schon *J. Müller* vor Jahren eingesehen, und ebenso ist später auch der Knorpelknochen an den Gelenkenden der Röhrenknochen von *Gerlach* und mir als etwas besonderes hervorgehoben worden. Wie die Sachen jetzt liegen, erscheinen beim Knochen die sternförmigen Zellen, die leimgebende Grundsubstanz und das Vorwiegen des phosphorsauren Kalkes als eigenthümlich, während in dem verkalkten Knorpel die Zellen die gewöhnlichen Knorpelzellen sind, und die Grundsubstanz wahrscheinlich Chondrin und mehr kohlensauren Kalk enthält, welche letzten zwei Punkte übrigens erst noch durch eine genauere Untersuchung festzustellen sind. — Uebrigens ist nicht zu übersehen, dass bei Thieren Uebergänge zwischen beiden Formen sich finden.

Bei Thieren ist das ächte Knorpelgewebe z. Th. viel weiter verbreitet als beim Menschen, namentlich im Skelette (nackte Amphibien, Fische). Ausserdem findet sich dasselbe in der Sclerotica bei *Echidna* (*Leydig*), bei Vögeln, Amphibien und Fischen, im Herzen bei Wiederkäuern, Pachydermen, dann beim Landsalamander und der Schildkröte nach *Leydig*, in der Knorpelschwiele an den Hinterfüssen von *Pelobates*. Netzknorpel findet sich in der Wirbelsäule der Störe an gewissen Stellen (*Virchow*, ich), in den Troddeln an der Kehle der Ziegen (*Leydig*); verkalkten Netzknorpel zeigt nach *H. Müller* der Ohrknorpel des Hundes und beim Meerschweinchen (nicht

beim Wildschwein, wie *Schlossberger* angibt) finden sich an derselben Stelle nach *Leuckart* dem Aelteren Verknöcherungen, die nach *H. Müller* ächter Knochen sind. Nach *Miram* scheint auch der Biber diese Verknöcherung zu enthalten.

Mit Bezug auf den Bau sei erwähnt, dass viele Knorpel von Thieren (Nasenscheidewand, Kehlkopf von Säugern, *Larynx bronchialis* der Ente nach *Leydig*, Knorpel der Plagiostomen, der Störe etc.) gefässhaltig sind. Ausgezeichnet schön sind die Netzknorpel des Säugethierkehlkopfes, indem in denselben theils die elastischen Fasern viel stärker sind (*Epiglottis*), theils (obere Hälfte der *Cart. arytaenoideae*) diese Fasern aufs bestimmteste als Erzeugungen der gleichartigen Grundsubstanz sich erkennen lassen. Mit Fett gefüllte Knorpelzellen finden sich im Kehlkopfe der Ratten (*Leydig*), bei Fledermäusen (ich), pigmentirte solche in der Sclerotica von *Menopoma* (*Leydig*); sternförmige Knorpelzellen fand ich im Kehlkopfe des Ochsen an weicheren Stellen. Ungemein dickwandige geschichtete Capseln mit ganz kleiner Höhle von 0,002 — 0,003‴ zeigen die *Ligg. intervertebralia* und die Rippen alter Leute. Am letztern Orte sah ich solche Capseln so mit der Grundsubstanz verschmolzen, dass die Knorpelzellen (Knorpelkörperchen) scheinbar frei in derselben lagen. Im Innern von Knorpelcapseln ferner zeigen sich nicht selten Ablagerungen von verschiedener Dichtigkeit, so dass oft Capseln in Capseln zu liegen oder Hüllen mit flüssigem Inhalte abzuwechseln scheinen (s. Fig. 6). Knorpelcapseln mit Andeutungen von Porenkanälchen fand *H. Müller* im Ohrknorpel des Hundes. — Ueber das Verhalten des Knorpelgewebes im polarisirten Lichte vergl. man *W. Müller* in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X. St. 173.

Bei Wirbellosen kommen viele in der Festigkeit dem Knorpel ähnliche Gewebe vor, doch ist hyaliner Knorpel, z. Th. in ausgezeichnet schönen Formen, bisher nur gefunden bei Tintenfischen und Knorpel ohne Grundsubstanz in den Branchien mehrerer *Annelida capitibranchiata* (*Quatrefages, Leydig*, ich), in dem Zungengestell von Mollusken (*Lebert, Claparède*) und nach dem bedeutungsvollen Funde von *Gegenbaur* beim Molukkenkrebse in der Nähe des Hauptnervenstranges.

Eine bestimmte Begriffsbestimmung des Knorpelgewebes, welche auch den Knorpel ohne Grundsubstanz in sich schlösse, ist vorläufig nicht zu geben, indem die Knorpelzelle in chemischer Beziehung noch nicht hinlänglich bekannt ist. Histiologisch ist für dieselbe die dicke Wand oder das Vorkommen einer secundären Zellmembran, und das Auftreten von endogenen Formationen bezeichnend, doch reicht diess natürlich nicht für alle Fälle aus. Immerhin sind die Histiologen bisher fast nirgends in Verlegenheit gewesen, wo es sich um die Entscheidung handelte, ob eine Zelle eine Knorpelzelle sei oder nicht, und hat selbst Niemand die Natur der vereinzelt im Bindegewebe der Faserknorpel vorkommenden Knorpelzellen in Zweifel gezogen.

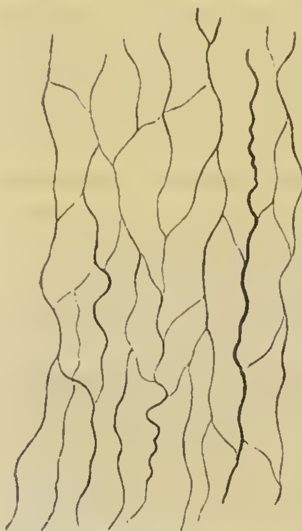
Literatur. *Meckauer, de penitiori cartilaginum structura Diss. Vratisl.* 1836; *J. Müller* in *Poggendorf's* Annalen 1836. St. 293; *Rathke* in *Froriep's* Not. 1847. p. 306; *A. Bergmann, de cartilaginibus Disq. micr. Mitaviae* 1850; *H. Müller* in Würzb. naturh. Zeitschr. I. 92. Ferner vergl. man die in den §§ 24 und bei den Knochen citirten Abhandlungen von *Virchow, Remak, Reichert, Brandt, Bruch, Tomes* und *De Morgan, H. Meyer, H. Müller* und mir, dann *Aeby* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV., *F. Hoppe* in *Virchow's* Arch. V. p. 170 und *Schlossberger's* Thierchemie. Lief. I. 1854.

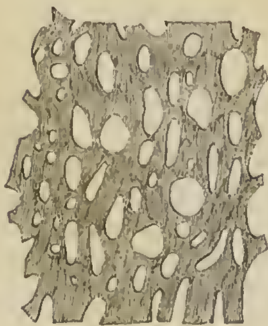
§. 27.

Elastisches Gewebe. Die Elemente des elastischen Gewebes sind dunkelrandige, walzenförmige oder bandartige Fasern, welche in ihrem Durchmesser vom unmessbar Feinen bis zur Dicke von 0,003‴, ja selbst 0, 005‴ (bei Thieren selbst 0,008‴) gehen und, wenn sie in Massen beisammen liegen, eine gelbliche Farbe darbieten. Diese sog. elastischen Fasern sind in der Regel durch und durch gleichartig, doch gibt es Fälle, in denen dieselben kleinere und grössere durchgehende Löchelchen enthalten, die oft ziemlich regelmässig in Reihen beisammen stehen (Fig. 27). Die Ränder der elastischen Fasern sind in der Regel ganz geradlinig, erscheinen jedoch in

seltenen Fällen gezackt, ja selbst, wie *Virchow* in neugebildeten Geweben sah, mit äusserst vielen kürzern und längern spitzen Ausläufern besetzt.


Fig. 27.


Fig. 28.


Fig. 29.

Man trennte früher von den elastischen Fasern die Kernfasern; da jedoch die letzteren, ausser im Durchmesser, in gar nichts von den ersteren sich unterscheiden, ferner alle elastischen Fasern ursprünglich eben so fein sind wie die Kernfasern, endlich die letztern nicht aus Kernen sich hervorbilden, so ist es besser, den Namen Kernfasern ganz fallen zu lassen und die elastischen Fasern einfach in feinere und stärkere einzutheilen. Die elastischen Fasern finden sich entweder vereinzelt als längere oder kürzere, gerade oder wellenförmig verlaufende Fasern und gehören in diesem Falle gewöhnlich der feineren Art an, oder dieselben bilden, indem sie unter einander sich verbinden (Fig. 27, 28), das sog. elastische Fasernetz, welches bald membranartig ausgebreitet ist, bald andere Gewebe in verschiedener Tiefe durchzieht. Eine Abart dieses elastischen Fasernetzes stellen die elastischen Häute dar, in denen die Fasern so dicht verflochten sind, dass eine zusammenhängende Haut entsteht, welche im äussersten Falle keine Andeutung ihrer ehemaligen Natur mehr zeigt und als ganz gleichartige Haut mit kleineren Lücken (gefensterte Membran, *Henle*) erscheint (Fig. 29).

In chemischer Beziehung bietet das elastische Gewebe sehr bestimmte Erscheinungen dar, doch ist die Substanz desselben in ihrer Zusammensetzung noch nicht genau erkannt. In kalter concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern, ausser dass sie etwas anschwellen, durchaus nicht angegriffen, dagegen lösen sie sich nach tagelangem Kochen allmählich auf; durch Salpetersäure färben sich dieselben gelb, was jedoch nach *Harting* (*Het Mikroskoop IV. p.* 255) nur von der das Gewebe tränkenden Flüssigkeit herrührt und nicht beobachtet wird, wenn man dasselbe vorher gut mit Wasser auszieht; durch *Millon's* Reagens auf Protein werden sie roth, während Schwefelsäure und Zucker keine rothe Färbung derselben bedingen. In mässig concentrirter Kalilösung bleibt elastisches Gewebe in der Kälte lange Zeit unverändert, ausser dass es aufquillt und etwas erblasst, bei tagelangem Erwärmen damit wird es in eine gallertartige Masse verwandelt. Mit concentrirter Kalilauge gekocht, löst sich das Gewebe rasch auf. In Wasser löst sich elastisches Gewebe selbst durch 60stündiges Kochen nicht auf, verwandelt sich

Fig. 27. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350mal vergr.

Fig. 28. Netz feiner elastischer Fasern aus dem *Peritonaeum* eines Kindes, 350mal vergrössert.

Fig. 29. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Carotis* des Pferdes, 350mal vergrössert.

jedoch nach 30stündigem Kochen bei 160° (im Papinianischen Topfe) in eine bräunliche, nach Leim riechende, aber nicht gelatinirende Substanz, die durch Gerbsäure, Jodtinctur und Sublimat, nicht aber durch die andern Reagentien des Chondrins gefällt wird.

In physiologischer Beziehung ist vor Allem die grosse Elasticität dieses Gewebes hervorzuheben, durch welche dasselbe die Bewegungsorgane sehr wesentlich unterstützt und auch sonst, wie z. B. bei den Stimmbändern, eine wichtige Rolle spielt. Mit Bezug auf die Entwickelung kann es jetzt als ausgemacht angesehen werden, dass die elastischen Fasern aller Art weder aus Kernen noch aus Zellen hervorgehen, sondern einfach durch eine besondere Umwandlung der Grundsubstanz bindegewebiger Anlagen sich bilden. Alle Organe des elastischen Gewebes verhalten sich in der ersten Anlage wie bindegewebige Theile, d. h. sie bestehen anfänglich aus rundlichen Zellen, zwischen denen bald eine Zwischensubstanz sich ablagert. Während diese sich vermehrt und in Bindegewebsfibrillen zerfällt, werden die Zellen spindelförmig, wie in Sehnen, und dann treten auch bald zwischen denselben in der Grundsubstanz feine von Anfang an netzförmig verbundene, in Kalilösung Widerstand leistende Fäserchen auf, die ersten Anlagen der elastischen Elemente. Eine Zeit lang wachsen nun alle 3 Bestandtheile, leimgebende Fibrillen, Zellen und elastische Fasern gleichmässig fort, jene sich vermehrend, diese sich vergrössernd und verdickend, und kann kaum bezweifelt werden, dass die mitwuchernden Zellen von Einfluss auf die Bildung der Fasern der Grundsubstanz sind, dann aber tritt ein Zeitpunkt ein, von welchem an die Zellen stille stehen und endlich langsam verkümmern, während die elastischen Fasern immer mehr sich ausbilden, und so geschicht es dann, dass das entwickeltere und reife elastische Gewebe nur Bindegewebsfibrillen in gewisser Anzahl und stärkere elastische Fasern, dagegen keine Zellen mehr enthält. Alles das Bemerkte gilt übrigens nur für das sogenannte reine elasti-

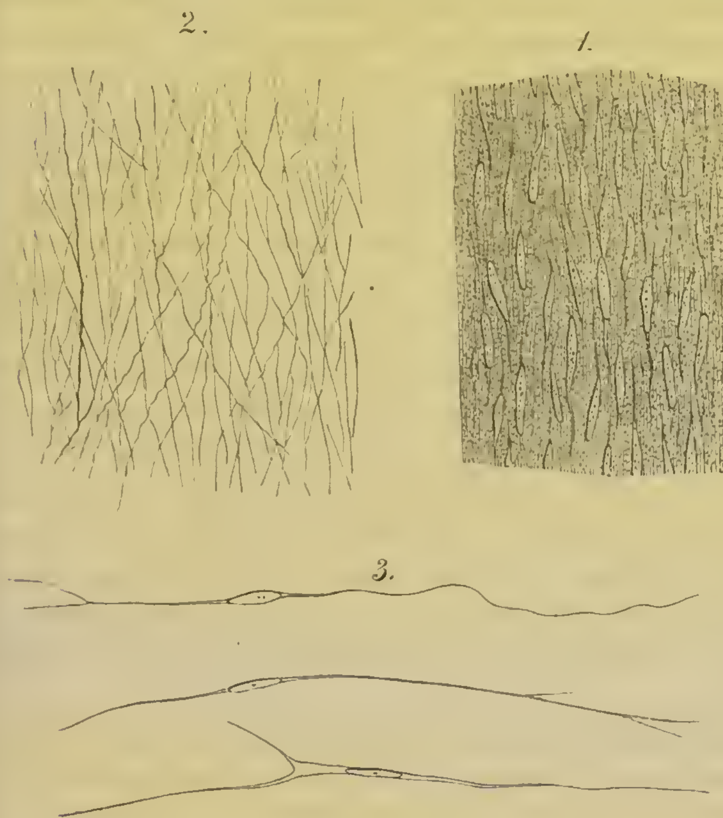


Fig. 30.

Fig. 30. Aus dem *Lig. nuchae* eines Kalbsembryo von etwas über 5″; Vergr. 300mal. 1. Ein Stückchen des *Ligam.* ohne Reagentien, die faserige Grundsubstanz und die Bindesubstanzzellen zeigend, von denen jedoch fast nur die Kerne sichtbar sind. 2. Ein ähnliches Stückchen mit *Kali causticum* kurze Zeit gekocht, so dass die schon vorhandenen feinen elastischen Netze sichtbar sind. 3. Drei isolirte Faserzellen des Bandes.

sche Gewebe, z. B. des Nackenbandes. Wo dagegen elastische Fasern in geringerer Menge im Bindegewebe vorkommen, erhalten sich in vielen Fällen die Zellen ganz gut, die natürlich da und dort dieselbe Bedeutung haben und nichts als Bindesubstanzzellen oder Bindegewebskörperchen sind.

Frägt man nach den genaueren Vorgängen bei der Bildung der elastischen Fasern, so lässt sich vorläufig noch keine Antwort geben. Ihr Auftreten in der Grundsubstanz des Bindegewebes und gewisser Knorpel spricht dafür, dass sie durch eine Umsetzung leimgebender Substanz entstehen und aus dem, was man bei Untersuchung der Entwickelung elastischer Bänder sieht, wird man geneigt anzunehmen, dass die Fasern gleich als Ganze, wenn auch ursprünglich in grosser Feinheit entstehen. Dagegen führt die Untersuchung gewisser elastischer Knorpel, vor Allem der Epiglottis des Ochsen, zur Vermuthung, dass auch eine Bildung derselben durch Aneinanderreihung von Molecülen vorkömmt, wofür sich vielleicht auch das anführen lässt, dass elastische Fasern durch Erweichung in Wasser *(H. Müller)* oder Behandlung mit *Kali causticum* (ich) nicht selten der Quere nach Risse erhalten oder in kleine Stückchen zerfallen. Ebenso unsicher wie die erste Bildung ist auch die Art des Wachsthumes der elastischen Fasern. Zwar scheint man allgemein der Ansicht zu sein, dass dasselbe durch Ansatz von aussen auf die schon gebildeten Fasern geschehe, wofür wiederum gewisse Erscheinungen an elastischen Knorpeln sprechen, immerhin ist es, da die elastischen Fasern durchaus nicht so starr sind, wie man dieselben oft sich denkt, vielmehr deutliche Quellungserscheinungen darbieten, doch leicht möglich, dass dieselben auch von innen heraus wachsen. — Ganz sicher ist übrigens, dass alle groben elastischen Fasern einmal ganz fein sind, sowie dass viele elastischen Fasernetze mit der Zeit in wirkliche elastische Häute mit oft nur noch kleinen Lücken sich umbilden.

Das fertige elastische Gewebe scheint einen wenig lebhaften Stoffwechsel zu besitzen, wenigstens ist dasselbe, auch wenn es in grössern Massen auftritt, gefässarm; dagegen ist dasselbe, so lange es in der Bildung begriffen ist, ziemlich gut mit Gefässen versehen. Eine Wiedererzeugung des elastischen Gewebes ist nicht bekannt, hingegen sind Neubildungen desselben nicht selten.

Die elastischen Fasern treten selten in grössern Massen auf, finden sich dagegen sehr häufig mit Bindegewebe gemengt entweder in Form einzelner Fasern oder von Netzen und Häuten mannichfacher Art. Ebenso erscheinen sie im elastischen Knorpel in der Grundsubstanz und zwar manchmal in solcher Menge, dass man gewisse derselben auch füglich als Organe des elastischen Gewebes bezeichnen könnte. Als wirkliche elastische Organe sind zu bezeichnen:

a) Die elastischen Bänder, in denen das Gewebe nur mit geringer Beimengung von Bindegewebe und fast ohne Gefässe und Nerven so zu sagen rein auftritt. Zu denselben zählen die *Ligg. flava* der Wirbel, das *Lig. nuchae*, gewisse Bänder des Kehlkopfs, das *Lig. stylohyoideum* und *Lig. suspensorium penis*.

b) Die elastischen Membranen, welche entweder als Fasernetze oder gefensterte Häute erscheinen und in den Gefässhäuten, namentlich denen der Arterien, in der Trachea und den Bronchien und in der *Fascia superficialis* sich finden.

Ueber die Entwickelung der elastischen Fasern waren früher die Ansichten sehr getheilt. Zwar wurde die Aufstellung, dass die feinen elastischen Fasern aus verlängerten Kernen hervorgehen, daher sie Kernfasern genannt wurden (*Gerber*, *Henle*), bald verlassen, um so länger hielt sich dafür die Annahme von *Donders* und *Virchow*, nach welcher die Bindegewebskörperchen es sind, die durch Auswachsen und Vereinigung die feinen elastischen Fasern liefern, eine Behauptung, die auch von mir und vielen Anderen angenommen und von *Donders* und mir auch auf die groben elastischen Fasern ausgedehnt wurde. In neuester Zeit habe ich mich jedoch durch eine genaue Untersuchung des Nackenbandes von Säugethierembryonen überzeugt, dass die zuerst von *H. Müller* (Bau der Molen 1847. St. 62) aufgestellte und dann auch von *Henle* (Jahresber. v. 1851. St. 39) und *Reichert* (*Müll.* Arch. 1852. Jahresber. St. 95) angenommene Vermuthung, dass die elastischen Fasern nicht aus Zellen hervorgehen, vollkommen richtig ist, in welcher Beziehung das Nähere in meinem im § 24 aufgeführten Aufsatze sich findet.

Zu den elastischen Fasern wurden früher auch die sogenannten umspinnenden Fasern gerechnet, faserige Gebilde, welche Bindegewebsbündel der *Arachnoidea*, *Cutis*, des Netzes u. s. w. und kleine Nerven spiralig umgeben. Diese Gebilde gehen, wie ich gezeigt habe (s. unten), wirklich aus Zellen hervor und gehören nicht hierher, sondern zu den Bindegewebskörperchen.

Ich habe in diesem § die elastischen Häute zu den elastischen Fasernetzen gestellt, ohne damit sagen zu wollen, dass alle und jede mikroskopischen Häute, die Elasticität besitzen, hierher gehören. Meiner Meinung zufolge gibt es zweierlei wesentlich verschiedene elastischen Häute: 1) solche, die von Anfang an in der Gestalt von Häuten auftreten, wie die *Membrana Demoursii*, die Linsencapsel, das vordere elastische Blatt der Hornhaut u. s. w., und 2) andere, die anfänglich nichts als Fasernetze sind und erst nachträglich, indem das Netz immer dichter wird, in die hautartige Form übergehen. Im einzelnen Falle ist es nicht immer leicht zu sagen, in welche Abtheilung eine elastische Haut gehört, und kann man z. B. in Zweifel sein, wohin man die elastische *Intima* der Gefässe und die *Elastica externa* und *interna* der Chordascheide der Fische zu zählen habe. — Wenn aber auch im ersten Auftreten der verschiedenen elastischen Häute ein wesentlicher Unterschied sich vorfindet, so stimmen doch wohl alle darin überein, dass sie durch chemische Umwandlung in einer durch Thätigkeit von Zellen gebildeten Extra- oder Intercellularsubstanz entstehen.

Das elastische Gewebe findet sich bei allen Wirbelthierclassen in denselben Theilen wie beim Menschen, ausserdem auch noch an einigen besondern Stellen, wie in den Krallenbändern der Katzen, in der Flughaut der Säuger, in der Orbitalhaut des Pferdes und anderer Säuger, in den Flughautfalten, den Lungensäcken, im Kropf, im *Orbiculus ciliaris* der Vögel. Bei Wirbellosen scheint dieses Gewebe selten zu sein, und ist nicht einmal sicher, ob die hier vorkommenden elastischen Bänder, wie z. B. der Muscheln, der Interarticularsubstanz von *Pentacrinus* (*J. Müller*), anatomisch und chemisch mit dem elastischen Gewebe der höhern Thiere übereinstimmen.

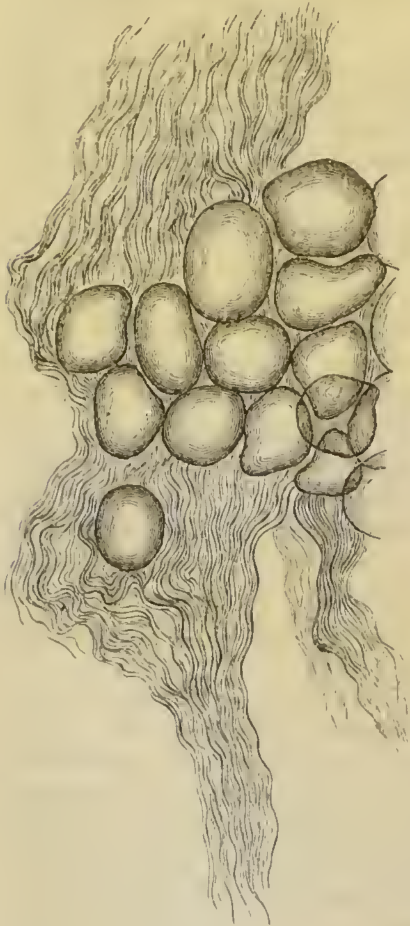
Ueber das Verhalten des elastischen Gewebes im polarisirten Lichte vergleiche man die oben angeführte Abhandlung von *W. Müller*.

Literatur. *A. Eulenberg*, *de tela elastica*. *Berol.* 1836; *v. Wittich* in *Virch.* Arch IX. p. 185; *Kölliker* in Zeitschr. f. w. Zool. IX. p. 140; *E. Klopsch* in *Müll.* Arch. 1857. p. 417; *A. Bandlin*, z. Kenntniss d. umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes. Zürich 1858. Diss.; *H. Müller* in Würzb. nat. Zeitschr. I. 162. Ausserdem vergleiche man die in den §§ 24 und 28 angeführten Abhandlungen.

§. 28.

Bindegewebe. Die Elementartheile, welche im Bindegewebe sich finden, können in wesentliche, nirgends fehlende und in mehr zufällig oder nur an gewissen Orten vorkommende geschieden werden. Zu den erstern gehört das eigentliche Bindegewebe mit seiner bald mehr gleichartigen, bald faserigen Substanz, zu den andern die freilich fast überall in die-

ser oder jener Form, als Bindegewebskörperchen und Knorpelzellen vorkommenden Zellen der Bindesubstanz, dann die elastischen Elemente aller Art, die Fettzellen und andere Zellen ohne bestimmte Eigenthümlichkeit. Ausserdem enthält manches Bindegewebe nicht unbedeutende Mengen einer Zwischensubstanz. Das eigentliche Bindegewebe erscheint gewöhnlich als faseriges und zerfällt mehr weniger deutlich in kleine Abtheilungen, die Bindegewebsbündel, von denen jedes wieder aus einer gewissen Zahl sehr feiner Fäserchen, den Bindegewebsfibrillen besteht, welche durch ihren geringen Durchmesser (0,0003 — 0,0005‴), ihre blasse Farbe, ihr gleichartiges Ansehen und den Mangel jeder Streifung von den ihnen sonst am nächsten stehenden feinsten elastischen Fasern und Muskelfibrillen sich unterscheiden. Dieselben vereinigen sich unter Beihülfe einer geringen Menge eines hellen Bindemittels und bilden so die genannten Bündel, welche in manchen Beziehungen an diejenigen der quergestreiften Muskeln erinnern, jedoch durch die Abwesenheit einer besondern, dem Sarcolemma zu vergleichenden Hülle und durch den Mangel eines bestimmten Durchmessers von denselben abweichen. Dieselben sind entweder lange, leicht wellenförmig verlaufende Stränge von überall gleicher Dicke, die nicht unmittelbar unter einander sich verbinden, sondern in verschiedener Weise neben und über einander gelagert, grössere secundäre und tertiäre Bündel und Blätter bilden, oder es hängen dieselben, ähnlich den elastischen Netzen, unter einander zusammen und bilden in ausgeprägten Fällen zierliche Maschennetze, die das von mir sogenannte netzförmige Bindegewebe darstellen. — Ausser dieser Form des Bindegewebes gibt es noch eine zweite, seltenere, bei welcher weder Bündel noch Fibrillen deutlich unterschieden werden können, sondern nichts als ein hautartig ausgebreitetes oder in grössern Massen auftretendes, feinkörniges oder leichtstreifiges, selbst ganz gleichartiges helles Gewebe, homogenes oder *Reichert*'sches Bindegewebe. Wäre dieses Bindegewebe weich, so würde es wohl am zweckmässigsten der einfachsten Bindesubstanz sich anreihen, so aber stellt man dasselbe am besten hierher, umsomehr, da es viele Uebergänge zu fibrillärem Bindegewebe zeigt und auch leimgebend zu sein scheint.


Fig. 31.

Von den sonstigen im Bindegewebe noch vorkommenden Elementen erwähne ich zuerst die Bindesubstanzzellen oder die Bindegewebskörperchen von *Virchow*. Dieselben finden sich besonders im festen Bindegewebe der Sehnen, Bänder, Fascien und fibrösen Häute, weniger in

Fig. 31. Lockeres Bindegewebe mit Fettzellen vom Menschen, 350mal vergr.

den lockeren Formen, obschon sie auch hier nicht mangeln, und stellen sich besonders in zwei Gestalten dar, die jedoch mannichfache Uebergänge zeigen, nämlich einmal als spindel- oder sternförmige unter einander verbundene Zellen und zweitens als ganz unregelmässige abgeplattete, durch blatt- oder hautförmige Abzweigungen vielfach vereinte Gebilde. In beiden Fällen kann die zellige Natur dieser Theile bald noch erhalten und die Kerne deutlich sein, bald mehr weniger verwischt sich finden, so dass am Ende selbst einfache faserige oder hautartige Bildungen entstehen. Mag dem so oder so sich verhalten, so gehen doch diese Netze von Bindegewebskörperchen nie in elastische Substanz über und lösen sich immer in kaustischen Alkalien in der Wärme rasch auf. Die Verbreitung anlangend, so liegen die Bindegewebskörperchen in Organen mit gleichlaufenden Fasern ohne Ausnahme in regelmässigen Abständen zwischen den Fibrillenbündeln, so dass ihr längerer Durchmesser dem der Bündel entspricht. Dasselbe gilt auch für netzförmig vereinte Bündel und für lockeres Bindegewebe als Gesetz, nur ist hier die Vertheilung der Zellen eine minder gleichmässige und die Zahl je nach den einzelnen Stellen eine sehr verschiedene. Ausserdem finden sich an manchen Orten auch Netze von Bindegewebszellen oder aus solchen hervorgegangene Fasern um grössere oder kleinere Bündel herumgelegt. Alles zusammengenommen ergibt sich, dass diese Zellen ein nahezu beständiger Begleiter des Bindegewebes sind und im Allgemeinen auch in gleichmässigen kleinen Abständen durch dasselbe verbreitet erscheinen.

Fast genau dasselbe gilt auch von den elastischen Fasern der feineren und gröberen Art. Immerhin gibt es Bindegewebsformen, die dieser Elemente gänzlich ermangeln, und wo sie sich finden, ist ihre Verbreitung und Menge eine weit mehr wechselnde als bei den vorhin erwähnten Zellen. Die eine Endform ist ein Bindegewebe mit spärlichen lockeren Netzen der feinsten elastischen Fäserchen, wie in Bändern und Sehnen, die andere ein Gewebe, in dem entweder elastische Fasernetze und mehr reines Bindegewebe regelrecht mit einander abwechseln, oder dichte Fasernetze das Bindegewebe in seiner ganzen Dicke durchziehen, wie in der *Adventitia* der Gefässe, im Perioste, in gewissen Schleimhäuten und in der Cutis.

Knorpelzellen sind, abgesehen vom Faserknorpel, der oben schon besprochen wurde, im Bindegewebe im Ganzen genommen selten und bedürfen hier keiner weiteren Schilderung; um so häufiger sind dagegen im lockern Bindegewebe die Fettzellen, die, wenn zahlreicher, eine besondere Abart des Bindegewebes, das Fettgewebe, darstellen. Ausserdem finden sich noch stellenweise, wie z. B. in der Haut des *Scrotum* ohne Ausnahme, eine gewisse Zahl zarter, meist rundlicher Zellen zerstreut zwischen den Bündeln in der Nähe von Gefässen und Nerven, die als auf mehr embryonaler Stufe stehengebliebene Bildungszellen des Gewebes anzusehen sind. Pigmentzellen im Bindegewebe, die bei Thieren so häufig sind, können als gefärbte Bindegewebskörperchen aufgefasst werden.

Eine Zwischensubstanz ist wohl in den meisten Arten des Bindegewebes in geringer Menge zwischen den Bündeln vorhanden, in den festeren Formen jedoch nicht unmittelbar nachzuweisen; dagegen findet sich dieselbe im lockeren Bindegewebe, wie z. B. in den gallertigen Formen (*Wharton*'sche

6*

Sulze, Knorpelmark etc.), oft in grosser Menge und stimmt dann ganz mit derjenigen der einfachen Bindesubstanz überein.

In chemischer Beziehung ist das Bindegewebe wohl bekannt; die eigentliche Bindesubstanz gibt beim Kochen mit Wasser gewöhnlichen Leim, und enthält ausserdem noch Flüssigkeit in sich, deren Natur ihrer meist geringen Menge wegen noch wenig bekannt ist, ausser dass man weiss, dass dieselbe Eiweisskörper enthält. Wo sie in grösserer Ansammlung sich findet, wie im gallertigen Bindegewebe von Erwachsenen, lässt sich in derselben die Anwesenheit von viel Eiweiss und Schleim mit Leichtigkeit nachweisen.

Das Bindegewebe dient dem Organismus je nach seiner Beschaffenheit bald als fester unnachgiebiger Stoff, bald als ein weicherer Träger von Gefässen, Nerven, Drüsen, bald endlich als nachgiebiges, die Zwischenräume ausfüllendes und Lageveränderungen vermittelndes Gewebe. Wo elastische Elemente in grösserer Menge in ihm sich finden, ändert sich seine Bedeutung und ebenso gibt ihm auch ein grösserer Gehalt an Fett- oder Knorpelzellen eine sonst nicht vorkommende Weichheit oder Härte. Das Bindegewebe



Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34.

Fig. 32. Aus dem Nabelstrange eines 7‴ langen Schafembryo, 350mal vergr. 1. Ein Stückchen mit fibrillärer Zwischensubstanz und zusammenhängenden mehr spindelförmigen Bindesubstanzzellen. 2. Von einem Theile, der noch gallertige Zwischensubstanz und mehr sternförmige Zellen enthält. Die Zellen in beiden Fällen fast alle mit mehrfachen Kernen.

Fig. 33. Bindegewebskörperchen der Achillessehne, 350mal vergr. *a* von einem 4monatlichen, *b* von einem 7monatlichen Embryo. Hier einige Zellen zu zweien und dreien verschmolzen.

Fig. 34. Dieselben Zellen aus der Achillessehne eines Neugebornen, hier mehr sternförmig. 350mal vergr.

besteht beim Embryo ursprünglich einzig und allein aus runden Zellen. Mit der Zeit und zwar sehr bald entwickelt sich zwischen diesen ein gleichartiger formloser Stoff, der anfänglich schleim- und eiweisshaltig ist, später jedoch nach und nach in noch nicht ermittelter Weise in leimgebende Substanz sich umwandelt. Während diess geschieht, zerfällt derselbe zugleich in Fibrillen und wird so zur eigentlichen Fasersubstanz des Gewebes, in welcher dann später noch, je nach den verschiedenen Gegenden bald mehr, bald weniger elastische Fasern sich entwickeln. Die ursprünglichen runden Zellen gehen mit dem Auftreten und der Zunahme der Zwischensubstanz grösstentheils in spindel- und sternförmige, netzförmig sich vereinende Elemente über und gestalten sich so zu den Bindegewebskörperchen, welche dann später noch verschiedene andere Schicksale erleiden können, indem sie stellenweise ganz verschwinden, oder zu den eigenthümlichen Elementen des festen Bindegewebes sich umgestalten, oder, ihre Zellennatur ablegend, zu Fasern werden. Wo Fettzellen im Bindegewebe vorkommen, wird ein Theil der ursprünglichen Zellen zur Bildung derselben benutzt und geht durch Ablagerung von Fetttropfen allmählich in diese Form über. Im lockern Bindegewebe erhält sich ein Theil der Zwischensubstanz im ursprünglichen formlosen Zustande und nimmt selbst noch zu, so dass sie z. Th. auch im ausgebildeten Gewebe noch anzutreffen ist. Sind die Bindegewebsbündel angelegt, so wachsen sie ähnlich den elastischen Fasern in die Länge und Dicke weiter, bis sie die Grössenverhältnisse erreicht haben, die sie beim Erwachsenen besitzen, ein Vorgang, bei dem wohl unzweifelhaft die zelligen Elemente, die als die eigentlichen Vertreter des Stoffwechsels im Bindegewebe anzusehen sind und daher von mir auch Saftzellen genannt wurden, eine Hauptrolle spielen. Das fertige Bindegewebe ist, wo es rein vorkommt, sehr gefässarm und steht mit Bezug auf den Stoffwechsel jedenfalls auf einer sehr niedern Stufe, daher auch, gewisse Ausnahmen (Hornhaut z. B.) abgerechnet, fast keine Erkrankungen desselben sich finden. Eine Ausnahme hiervon machen gewisse gefässreiche bindegewebige Organe, doch beruhen hier die Veränderungen nicht auf den eigenthümlichen Verhältnissen des Bindegewebes selbst, sondern werden von den von demselben getragenen andern Theilen (Drüsen, Epithelien, Gefässen, Saftzellen, Fettzellen u. s. w.) bedingt. Bindegewebe und elastisches Gewebe sind die auf tiefster Stufe stehenden Gewebe und erzeugen sich mit grösster Leichtigkeit zum Ersatz von Substanzverlusten oder zur Vermehrung der schon bestehenden Theile.

Die Vereinigung der verschiedenen Elemente des Bindegewebes geschieht in mannichfacher Weise und werden am besten folgende Formen unterschieden:

I. Festes Bindegewebe (geformtes Bindegewebe, *Henle*). In demselben sind die Elemente innig verbunden und so, dass einfachere Organe von ganz bestimmter Form daraus hervorgehen. Hierher gehören:

a) Die Sehnen und Bänder, mit gleichlaufenden, nur spärlich unter spitzem Winkel zusammenhängenden Bindegewebsbündeln, zwischen und durch welche ganz regelmässig eine gewisse Zahl netzförmig verbundener Bindegewebskörperchen und feine elastische Fasernetze hindurchziehen.

b) Die Faserhäute, *Tunicae fibrosae*. Unterscheiden sich von *a* nur

durch die häufige Verflechtung der Bindegewebsbündel und die meist bedeutendere Zahl von elastischen Fasern. Hierher zählen:

1) Die Muskelbinden, *Fasciae*, die mehr den Bau der Sehnen haben.

2) Die Beinhäute und Knorpelhäute mit stellenweise sehr vielen elastischen Elementen.

3) Die weissen derben Hüllen vieler weichen Organe, wie die *Dura mater*, das *Neurilem*, die *Sclerotica* und *Cornea*, die Faserhaut der Milz und Nieren, die *Albuginea* der Eierstöcke, Hoden, des *Penis* und der *Clitoris*. In den letztgenannten Theilen und in der Milz setzen sich diese Hüllen, die ein festes Bindegewebe und zahlreiche feine elastische Fasern enthalten, in das Innere fort und bilden hier, zum Theil mit glatten Muskeln gemengt, ein mehr oder minder reichliches Gerüste, das bald in Form von Scheidewänden oder eines *Stroma*, oder eines Balkennetzes erscheint. In der *Cornea* findet sich insofern eine Abänderung, als das Bindegewebe durchsichtig ist, zahlreiche Saftzellen enthält und beim Kochen in Wasser eine chondrinartige Substanz und keinen Leim gibt *(His)*.

c) Die serösen Häute. Bestehen aus einem an feinen elastischen Fasern reichen Bindegewebe, das verschiedentlich sich durchflechtende oder wirklich netzförmig verbundene Bündel hat, auch wohl, namentlich an der Oberfläche dieser Häute, z. Th. mehr gleichartig erscheint. Die serösen Häute, die nie Drüsen und im Ganzen wenig Gefässe und Nerven besitzen, erscheinen als Auskleidung von Höhlen, die Eingeweide enthalten, und sind an ihrer innern Oberfläche durch einen Epithelialbeleg glatt und glänzend. Dieselben bilden nicht nothwendig geschlossene Säcke, wie man früher geglaubt hat, sondern es kann stellenweise die seröse Haut Oeffnungen haben (Abdominalöffnung der Tuben), oder gänzlich fehlen, wie auf den Knorpeln der Gelenkenden, oder wenigstens die bindegewebige Grundlage derselben mangeln, so dass dann das Epithelium auf einem andern Theile aufliegt, wie z. B. bei dem sogenannten äussern Blatte der *Arachnoidea cerebri*. Zu diesen Häuten gehören 1) die ächten serösen Häute, wie die *Arachnoidea*, die *Pleura*, das *Pericardium*, *Peritonaeum* und die *Tunica vaginalis propria*, die alle regelrecht nur eine Spur einer serumähnlichen Feuchtigkeit ausscheiden, und 2) die Synovialhäute oder die Gelenkcapseln, die *Bursae mucosae* und Sehnenscheiden, die eine zähe gelbliche Masse, die *Synovia*, bereiten, in der Eiweiss und Schleim enthalten sind.

d) Die Lederhaut. Besteht aus einem dichten Filz von Bindegewebsbündeln, der an der Oberfläche und in den Papillen einem undeutlich fibrillären, zum Theil selbst mehr gleichartigen Gewebe Platz macht, und eine grosse Zahl feinere und stärkere elastische Netze, zum Theil auch Saftzellen, sowie sehr zahlreiche Gefässe und Nerven zwischen sich enthält. Die Lederhaut trägt an ihrer äussern Fläche die Hautwärzchen und wird hier von der Epidermis bedeckt, mit der sie zusammen die äussere Haut bildet, und ist durch ein weiches, meist sehr fettreiches Gewebe, das Unterhautbindegewebe oder die Fetthaut, *Panniculus adiposus*, von den tieferen Theilen geschieden.

e) Die Schleimhäute, *Tunicae mucosae.* Bestehen im Wesentlichen aus einer gefässreichen und nervenhaltenden bindegewebigen Grundlage, der eigentlichen Schleimhaut, einer dieselbe deckenden Epithelialschicht und einem submucösen Bindegewebe, das am Darm *Tunica nervea* heisst. Die erstere ist von ähnlichem Bau, wie die Lederhaut, nur weicher und nicht selten arm an elastischem Gewebe und an Saftzellen. Von den serösen Häuten unterscheiden sich die Schleimhäute im Allgemeinen durch grösseren Gefässreichthum, bedeutendere Dicke, Drüsenreichthum und die schleimige Absonderung, die vorzüglich auf Rechnung ihres weichen Epithelialbeleges zu setzen ist, doch gibt es auch Schleimhäute, die ebenso dünn und drüsenlos sind, wie seröse Häute, und andererseits nähern sich die Synovialcapseln den Schleimhäuten durch den Blutreichthum und die Art der Ausscheidung. Die Schleimhäute und die äussere Haut sind einander in allen Haupttheilen gleichwerthig, daher auch die zwischen denselben sich findenden Uebergänge, wie an den Lippen, Augenlidern und anderwärts nicht auffallend sind. Zu den Schleimhäuten gehört die innerste Haut des *Tractus intestinalis*, die Auskleidung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, der *Tuba Eustachii*, Paukenhöhle und Zitzenzellen, dann die *Conjunctiva.* Von den Drüsen enthalten alle grösseren in den Ausführungsgängen eine deutliche Schleimhaut, so die Lungen von der Stimmritze bis in die feinsten Bronchien, die Leber in den grösseren Gallenwegen und in der Gallenblase, das *Pancreas* im *Ductus pancreaticus*, die Harn- und Geschlechtsorgane in der *Urethra*, Blase, den Ureteren, dem Nierenbecken, in der *Vagina*, dem Uterus, den Eileitern und in den Milchgängen und Milchsäckchen, in den Samenblasen und dem *Vas deferens.* Bei allen diesen Drüsen gehen die Schleimhautauskleidungen schliesslich unmittelbar in die Wände der Drüsenschläuche oder Drüsenbläschen über, so dass diese, wenn man will, als von einer verfeinerten Schleimhaut gebildet angesehen werden können. Dasselbe könnte bei den kleineren Drüsen, wie denen des Darmes geschehen, die unmittelbar mit grösseren Schleimhautausbreitungen zusammenhängen, nur müsste man dann auch die kleineren Drüsen der Haut als von verdünnten Fortsetzungen derselben gebildet ansehen. Da auch die Entwickelungsgeschichte und die Physiologie diese Auffassung unterstützen, so erscheint dieselbe gerechtfertigt, doch ist nicht zu vergessen, dass viele Drüsenelemente ausser der bindegewebigen Bekleidung noch besondere *Membranae propriae* besitzen, die unzweifelhaft Ausscheidungen der Zellen der Drüsenkanäle sind, sowie dass gewisse Drüsenkanäle nur solche *M. propriae* und keine eigenen abgegrenzten bindegewebigen Hüllen zeigen, so dass mithin den absondernden Drüsenelementen doch z. Th. eine gewisse Selbständigkeit gewahrt bleibt.

f) Die Häute der Venen, Lymphgefässe, die *Adventitia* der Arterien, das *Endocardium.* Bestehen aus einem straffen, dem der fibrösen Häute nicht unähnlichen Bindegewebe und feineren oder gröberen elastischen Fasernetzen, denen bei den Venen zum Theil auch glatte Muskeln beigemengt sind.

g) Die sogenannten Gefässhäute, *Tunicae vasculosae*, zu denen

die *Pia mater* mit den *Plexus chorioidei*, die *Chorioidea* und *Iris* gehören. Alle enthalten sehr zahlreiche Gefässe, die jedoch weniger für sie selbst, als zur Ernährung anderer Organe bestimmt sind. Als Träger derselben dient entweder ein gewöhnliches, der elastischen Fasern ermangelndes Bindegewebe *(Iris, Pia mater)* mit gleichlaufenden, verfilzten und netzförmig verbundenen Bündeln, oder ein mehr gleichartiges Bindegewebe *(Plexus chorioidei, Chorioidea)*, dem, wie in der *Chorioidea*, noch eigenthümliche Elemente, nämlich netzförmig zusammenhängende, meist mit mehr oder weniger Pigment gefüllte Zellen beigegeben sein können, welche den Saftzellen des Bindegewebes an die Seite zu stellen sind.

h) Die homogenen Bindegewebshäute. In manchen Organen finden sich Häute, deren Aussehen und zum Theil auch die chemische Natur mit dem Bindegewebe übereinstimmt, die jedoch keine deutlichen Bindegewebsbündel und Fibrillen besitzen, sondern mehr gleichartig erscheinen. Ich rechne hierher die hellen Scheiden, die oft die Bündel der *Arachnoidea* einzeln oder mehrere zusammen umhüllen, das Neurilem aller kleineren Nervenstämme, die *Adventitia* kleiner Blutgefässe, die *Membrana hyaloidea*, die Hüllen der *Malpighi*'schen Körperchen der Milz und der drüsigen Follikel des Darmes (Tonsillen, Zungenbälge, solitäre und *Peyer*'sche Drüsen). Von den Hüllen der Drüsenelemente scheinen alle hierher zu zählen, welche in sich Kerne (oder Saftzellen) enthalten, wie die der Hoden, *Graaf*'schen Follikel und gewisser trauben- und schlauchförmigen Drüsen, dagegen kann ich die eigentlichen gleichartigen kernlosen *Membranae propriae* und die Glashäute nicht zum Bindegewebe rechnen, worüber §. 16 nachzusehen ist.

II. Lockeres oder areoläres Bindegewebe (formloses Bindegewebe, *Henle*). Besteht aus einem weichen Maschenwerk netzförmig verbundener oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel, die in grösserer oder geringerer Menge als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen den Organen und ihren einzelnen Theilen sich finden und in zwei Formen erscheinen.

1) Als Fettgewebe, wenn in den Maschen eines an elastischen Fasern und Saftzellen gewöhnlich ganz armen Bindegewebes zahlreiche Fettzellen enthalten sind.

2) Als gewöhnliches lockeres Bindegewebe, wenn die letztern spärlich sind oder fehlen.

Das Fettgewebe findet sich vorzüglich in der Haut als *Panniculus adiposus*, in den grossen Röhrenknochen als gelbes Knochenmark, in der Augenhöhle, um die Nieren, im Gekröse und den Netzen, dann auch um die Gelenkcapseln herum, an Nerven und Gefässen und in Muskeln. Das gewöhnliche lockere Bindegewebe, das bald ganz arm, bald reich an Saftzellen und elastischen Fasern ist, ist am verbreitetsten zwischen den einzelnen Eingeweiden des Halses, der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, dann überall längs der Gefässe und Nerven und im Innern der Muskeln, Nerven und Drüsen. An gewissen Orten, wie im Rückenmarkskanale, im Knorpelmark, in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstranges, hat dasselbe eine gallertige Beschaffenheit, wie embryonales lockeres Bindegewebe und enthält dann in

den Maschen der Bindegewebsbündel eine bald mehr serumartige, bald schleim- und eiweisshaltige Flüssigkeit, eine Form, die als gallertiges Bindegewebe besonders hervorgehoben zu werden verdient und nahe an die gallertige Bindesubstanz sich anschliesst.

Das Bindegewebe findet sich, abgesehen von den verknöcherten Sehnen der Vögel, bei allen vier Wirbelthierclassen ungefähr in derselben Weise, wie beim Menschen, tritt dagegen bei den Wirbellosen meist als einfache Bindesubstanz (s. § 25) auf, selten als mehr faserige, wie bei Cephalopoden, im Mantel der Muscheln, im Stiel der Lingulen und Cirrhipeden, bei den Echiniden. Auch Fettzellen kommen bei niedern Thieren nicht in der Menge und Ausdehnung vor, wie bei höhern Geschöpfen. Das feste Bindegewebe wird hier vertreten durch knorpelartige oder wenigstens festere einfache Bindesubstanz, durch eine aus Cellulose bestehende Substanz, durch kalkige oder hornige Theile. Die Chitingebilde der Arthropoden sind kein Bindegewebe, wie *Leydig* (*Müll.* Arch. 1855, Histologie p. 29) seiner Zeit behauptet hatte, sondern Cuticularbildungen (s. meine Abh. üb. diese in Würzb. Verh. VIII. und *E. Häckel* in *Müll.* Arch. 1857).

Was den Bau des Bindegewebes anlangt, so liegen die Sachen jetzt so, dass es nicht mehr nöthig ist, *Reichert's* Ansicht, dass die Fibrillen Kunsterzeugnisse seien, ausführlicher zu bekämpfen, indem zu den früher schon bekannten Thatsachen, namentlich der leichten Darstellbarkeit der Fibrillen, der Sichtbarkeit derselben an Querschnitten des festen Bindegewebes nun auch noch eine Zahl neuer von *Henle*, *Rollett* und *W. Müller* ermittelter Umstände gekommen sind. Nach *Henle* (Jahresb. v. 1857) isoliren sich die Fibrillen sehr schön nach wiederholt abwechselnder Behandlung des Bindegewebes mit Reagentien, die es aufquellen und wieder schrumpfen machen, wie verdünnte und concentrirte Salpetersäure und Salzsäure. Dasselbe erreichte *Rollett* dadurch, dass er bindegewebige Theile 6 — 8 Tage in Kalkwasser und 4 — 6 Stunden in Barytwasser liegen liess, wodurch die Substanz ausgezogen wird, die die Fibrillen verkittet. *W. Müller* endlich (Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X.) hat gezeigt, dass die Agentien, welche die fibrilläre Structur nicht ändern, auch die optischen Eigenschaften (die optische Axe liegt beim Bindegewebe in der Längsrichtung der Fibrillen und ist das Gewebe positiv doppelt brechend) nicht merklich beeinträchtigen, die Stoffe dagegen, die den Bau scheinbar aufheben und ein gleichartiges Ansehen veranlassen, eine beträchtliche Verminderung des Doppelbrechungsvermögens setzen.

Ueber die Entwickelung des Bindegewebes sei hier noch im Einzelnen bemerkt, dass das feste und lockere Bindegewebe beim ersten Auftreten dadurch sich unterscheiden, dass beim erstern die Zwischensubstanz ganz und gar faserig wird und nur in geringerer Menge vorhanden ist, beim letztern dagegen massenhaft auftritt und einem guten Theile nach längere Zeit im ursprünglichen Zustande einer formlosen Gallerte verharrt. So kommt es, dass alles und jedes lockere Bindegewebe beim Embryo längere Zeit hindurch als gallertiges Bindegewebe erscheint, von derselben Gestalt, die bei der *Wharton*'schen Sulze schon länger bekannt ist. Später verschwindet jedoch an den meisten Orten die Gallerte, indem entweder an der Stelle derselben Fettzellen auftreten, oder die Bindegewebsbündel zu einem dichteren Netzwerk sich zusammenlegen.

Meine Stellung zu der Frage von der Entwickelung des Bindegewebes überhaupt habe ich schon im § 24 im Allgemeinen bezeichnet und erwähne hier nur noch Folgendes. *Schwann's* Ansicht, dass die Fasersubstanz des Bindegewebes aus Zellen hervorgehe, der auch ich bis vor Kurzem anhing, stützte sich darauf, dass in embryonalem Bindegewebe schöne spindelförmige Zellen vorkommen, die mehr minder deutlich streifig sind und leicht für Entwickelungsstufen von Bindegewebsbündeln genommen werden können. Eine genauere Verfolgung dieser Zellen bei Embryonen hat mich nun aber gelehrt, dass dieselben sammt und sonders in die zelligen Elemente des reifen Bindegewebes übergehen, und in die Abtheilung der Bindesubstanzzellen oder Bindegewebskörperchen gehören, während die faserige Grundsubstanz als anfänglich formlose Zwischensubstanz sich entwickelt. Zweifel an der Richtigkeit dieser Auffassung konnten nur die Fälle erwecken, in denen im Bindegewebe zellige Elemente in wirkliche Faser-

gerüste scheinbar bindegewebiger Natur übergehen. Etwas der Art findet sich in den follicularen Drüsen, deren Fasergerüst von *Henle* in der That für Bindegewebe erklärt wird, ferner in der Retina, wo nach *H. Müller* schöne Zellen in kernlose Fasernetze sich umbilden, die *M. Schultze* ebenfalls als Bindegewebe deutet, endlich bei den Bindegewebsbündel verschiedener Gegenden umspinnenden Fasern (Fig. 35). Ich habe jedoch gezeigt, dass diese Gerüste und Fasernetze chemisch ganz anders als Bindegewebe sich verhalten, so wie dass die Zellen, aus denen dieselben unzweifelhaft hervorgehen, mit den Bindegewebskörperchen übereinstimmen, und glaube daher vollkommen im Rechte zu sein, wenn ich diesen Thatsachen jede Beweiskraft zu Gunsten der *Schwann*'schen Lehre abspreche. Dasselbe Urtheil muss ich über eine in neuester Zeit von *M. Schultze* vorgeschlagene Abänderung der *Schwann*'schen Aufstellung fällen (*Müll.* Arch. 1861. St. 12). Nach dieser soll die Zwischensubstanz des Bindegewebes umgewandelte Zellsubstanz, d. h. Protoplasma, sein. Bei gewissen Bindesubstanzen soll selbst eine künstliche Zerlegung in primäre Zellen in keiner Weise gelingen und, wie diess auch *Baur* behauptete, bei der Entwickelung ein Zustand vorkommen, wo nichts als ein gleichartiger und dann fibrillärer Stoff mit Kernen gefunden wird. Hier soll die Grundsubstanz das Protoplasma wandungsloser und bis zum Verschmelzen genäherter Embryonalzellen sein, welche dann in fibrilläres Bindegewebe sich umwandelt, während die Kerne mit etwas unverändertem Protoplasma die wandungslosen Bindegewebskörperchen darstellen. — Auch dieser Auffassung gegenüber muss ich an meinen oben aufgestellten Sätzen festhalten. Wie immer, so behaupte ich auch jetzt mit aller Entschiedenheit, dass in keiner embryonalen Bindesubstanz je eine Grundmasse mit freien Kernen, sondern überall und immer erstens Zellen und zweitens solche und Zwischensubstanz auftreten. Was die Zwischensubstanz anlangt, so wird man mir wohl glauben, dass ich, der ich Jahre lang die *Schwann*'sche Lehre fast allein vertheidigte, meine guten Gründe habe, wenn ich dieselbe jetzt aufgebe. Diese Gründe vermag auch *Schultze's* Beitritt zu dieser Lehre nicht zu erschüttern und wird derselbe nun nach den Aufklärungen, die ich über die oben erwähnten etwas zweifelhaften Zellen- und Fasernetze gegeben habe, wohl auch das Bedürfniss fühlen, die embryonalen Stadien noch einmal zu prüfen, wobei ihm dann die unveränderten Zellen in der Zwischensubstanz des Bindegewebes aller Stufen nicht entgehen werden und er sich überzeugen wird, dass diese kein Protoplasma ist. —

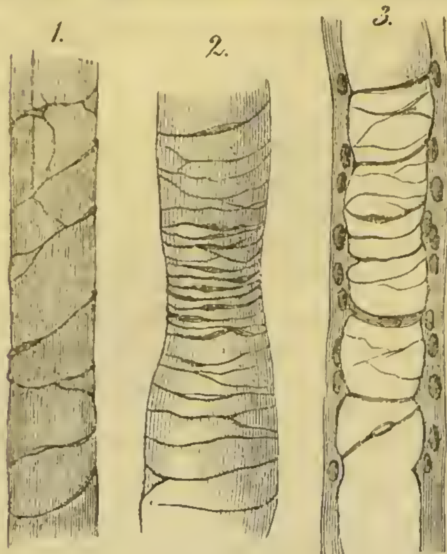


Fig. 35.

Literatur. *Zelinsky, de telis collam edentibus. Dorp.* 1852. *Diss.*; *A. Rollett*, Unters. ü. d. Structur des Bindegewebes, Wiener Sitzungsber. Bd. 30; *A. Baur*, die Entwickl. d. Bindesubstanz. Tübingen 1858; *J. Martyn* in *Beale's Arch. de médecine* VI. p. 99; *M. Lieberkühn* in *Müll.* Arch. 1860. St. 824; *A. Weismann*, Ueber den feinen Bau des menschl. Nabelstranges in Zeitschr. f. rat. Med. 1860. Bd. XI. St. 140; *Heidenhain* in Studien des phys. Inst. zu Breslau 1861. St. 196; *Béla Mashik*, Beitr. z. Kenntniss des Sehnengewebes in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 34. Ausserdem vergleiche man die in den §§ 24, 25 und 27 citirten Abhandlungen.

§. 29.

Knochengewebe. In morphologischer Beziehung besteht das Knochengewebe wesentlich aus einer Grundsubstanz und vielen in dieselbe

Fig. 35. Drei Bindegewebsbündel mit umspinnenden Saftzellen aus der *Arachnoidea cerebri* eines Neugebornen, 350mal vergr., mit $\bar{A}$. 1. Bündel ohne Hülle mit spärlichen Saftzellen. 2. Ein solches mit dichtstehenden Zellen. 3. Bündel mit kernehaltiger Hülle von homogenem Bindegewebe.

eingestreuten mikroskopischen, 0,006—0,014''' langen, 0,003—0,007''' breiten und 0,002—0,004''' dicken Höhlungen, den Knochenhöhlen, *Lacunae ossium* (Knochenkörperchen der Autoren). Erstere, von weisser Farbe, ist bald mehr gleichartig, bald feinkörnig oder selbst faserig, sehr häufig lamellös und durch innige Verbindung mit Kalksalzen hart und spröde; die Knochenhöhlen sind meist linsenförmig von Gestalt und stehen durch sehr zahlreiche feine Ausläufer, die Knochenkanälchen *(Canaliculi ossium)*, mit einander in Verbindung und münden auch z. Th. durch dieselben an der äussern Oberfläche der Knochen und in die grössern und kleinern Mark- und Gefässräume im Innern aus. Jede Knochenhöhle sammt ihren Ausläufern enthält eine sternförmige Zelle mit hellem Inhalt, welcher bei der Ernährung der Knochen eine Rolle spielt, und in demselben in vielen Fällen, vielleicht immer, einen Zellenkern. Ausser diesen zwei wichtigsten Elementen, welche in keinem Knochen höherer Thiere fehlen, kommen in den meisten Knochen auch noch zahlreiche Gefässe und Nerven, sowie häufig eine besondere, dieselben tragende Substanz, das Knochenmark, vor, welches entweder aus gewöhnlichem Fettgewebe, oder aus einem lockern spärlichen Bindegewebe mit wenigen Fettzellen und vielen besondern sogenannten Markzellen zusammengesetzt ist. Diese Weichtheile erfüllen die grössern Höhlungen im Innern der Knochen und in der schwammigen Substanz, finden sich aber auch, zum Theil wenigstens, in engern, die feste Substanz durchziehenden Röhren, den Gefäss- oder *Havers*ischen Kanälen, die an der äussern und innern Oberfläche der Knochen vielfach ausmünden.

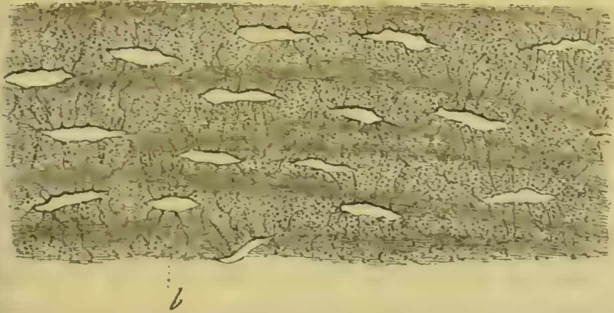


Fig. 36.

Die Knochengrundsubstanz besteht aus einem innigen Gemenge einer organischen Substanz, welche mit der Substanz des Bindegewebes vollkommen übereinstimmt, und anorganischen Verbindungen, unter denen der phosphorsaure und der kohlensaure Kalk eine Hauptrolle spielen. Die in den Knochenzellen und ihren Ausläufern enthaltene Flüssigkeit ist nicht genauer bekannt, enthält jedoch wahrscheinlich vorzüglich Eiweiss, Fett und Salze, wie das Cytoplasma. Die Knochen dienen dem Körper durch ihre Festigkeit und Härte als Stützpunkt der Weichtheile und zur sichern Umschliessung derselben, ausserdem auch noch in besonderer Weise, wie z. B. die Gehörknöchelchen und die Labyrinththeile, welche die Schallwellen leiten. Die Entwickelung der Knochen geschieht in zweierlei Weise, einmal durch Umwandlung wahren Knorpels und zweitens durch Verknöcherung von gewöhnlichem Bindegewebe. In beiden Fällen sind es Zellen, hier die Knorpelzellen, dort die Saftzellen des Bindegewebes, welche zu den Knochenhöhlen werden, und zwar geschieht diess nach zwei etwas verschiedenen

Fig. 36. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffes von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande, *b*. körnige Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

Typen. Wenn Knochen aus Knorpeln entstehen, so wandeln sich die letztern zuerst in eine Art Knorpelknochen um, indem ihre Grundsubstanz Kalk aufnimmt; zugleich erzeugen die Knorpelcapseln eine Brut junger Zellen in sich und fliessen zu grösseren Räumen zusammen, deren Inhalt eben diese Zellen sind, die nun auch Markzellen heissen können, indem wenigstens ein Theil derselben auch dazu dient, um die Elemente des fertigen Markes zu erzeugen. Ein anderer wichtigerer Theil dieser Abkömmlinge der Knorpelzellen jedoch geht in ächte Knochensubstanz über, welche auf die verkalkten Theile der Knorpelgrundsubstanz sich ablagert, und zwar gehen, wie ich mit *H. Müller* finde, die Zellen hierbei unter gleichzeitiger Abscheidung eines gleichartigen Zwischenstoffes, der zur Knochengrundsubstanz sich gestaltet, nach und nach durch Bildung von Ausläufern in die sternförmigen Knochenzellen über. Verknöchert Bindegewebe, wie bei den Periostablagerungen der Knochen und der ersten Entstehung der platten Schädelknochen, so geht dasselbe verschieden von dem Knorpel ohne weiteres und unmittelbar in wirklichen Knochen über, indem seine rundlichen Bindesubstanzzellen zu den sternförmigen Knochenzellen, und seine Fasersubstanz durch Aufnahme von Kalksalzen zur Knochengrundsubstanz sich gestalten, doch zeigt sich auch in diesem Falle, dass die ursprüngliche Knochenbildung zum Theil wieder aufgezehrt wird, um einer zweiten Bildung Platz zu machen, die in ähnlicher Weise aus dem Marke dieser Knochen hervorgeht, wie der ächte Knochen bei der Knorpelverknöcherung. So ergibt sich, dass die Hauptmasse der Knochen den Markzellen und einer von ihnen abgeschiedenen gleichartigen verkalkenden Substanz ihren Ursprung verdankt — während allerdings an der Grenze derselben gegen die Beinhaut und den Knorpel auch Reste der ursprünglichen Bildungen sich erhalten — und lässt sich so doch eine Einheit in der Entstehung dieses Gewebes nachweisen, trotz der Verschiedenheit der beiden Vorläufer desselben. Aus allen Knochen lassen sich, wie *Virchow* zuerst entdeckte, durch Erweichen in Säuren und Alkalien, sowie durch Kochen die Knochenzellen leicht isoliren. — Der Stoff-





Fig. 37.



Fig. 38.

Fig. 37. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergrössert. *a.* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

Fig. 38. Eine Knochenfaser aus der Apophyse mit deutlich sichtbaren Knochenzellen und Kernen. Mit Wasser gekocht und 350mal vergr.

wechsel der Knochen ist sehr lebhaft und wird einmal durch die Gefässe der sie überziehenden Beinhaut, und, wenn solche da sind, auch durch diejenigen im Mark und in den Gefässkanälchen vermittelt. Die Knochen haben eine grosse Wiedererzeugungsfähigkeit und heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich grössere Verluste, selbst ganze Knochen, wenn die Beinhaut derselben geschont wird, welche nach *Ollier's* merkwürdigen Versuchen selbst an andere Stellen versetzt noch Knochen erzeugt; auch zufällige Knochenbildung ist sehr gewöhnlich.

Das Knochengewebe findet sich einmal in den Knochen des Skelettes, zu denen auch die Gehörknöchelchen und das Zungenbein gehören, zweitens in den Knochen des Muskelsystems, wie den Sesambeinen und den Verknöcherungen von Sehnen, drittens in der Knochenkruste *(Substantia osteoidea)* oder dem Cement der Zähne. Manche Knorpel verknöchern ziemlich regelmässig im Alter, wie die Rippen- und Kehlkopfsknorpel.

Als Abart des Knochengewebes lässt sich das Zahnbein oder Elfenbein betrachten, in welchem statt vereinzelter Knochenhöhlen lange Röhrchen, die Zahnröhrchen, sich finden und ausserdem auch in chemischer Beziehung einige Abweichungen sich ergeben. Die Entwickelungsgeschichte des Elfenbeins führt dahin, dasselbe für eine Knochensubstanz zu halten, deren Zellen zu langen Röhrchen ausgewachsen sind, die durch feine Ausläufer mit einander zusammenmünden, eine Auffassung, welche auch die zahlreichen, bei Thieren zu beobachtenden Uebergänge zwischen dem wahren Elfenbein und dem Knochengewebe erklärt (siehe unten bei den Zähnen).

Bei den Wirbelthieren sind Knochen weiter verbreitet als beim Menschen, und finden sich solche in der Haut (Gürtelthiere, Schildkröten, Eidechsen z. Th., gewisse Batrachier, Fische), im Herzen (der Herzknochen der Wiederkäuer und Pachydermen, von *Emys europaea* [*Bojanus*]), im Muskelsysteme (Zwerchfellknochen des Kameeles, Lama und Igels, ossificirte Sehnen der Vögel, Gräten der Fische), im Auge (Scleroticalring vieler Fische), in der äussern Nase (Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe, *Os praenasale* der Faulthiere), in der Zunge (*Os entoglossum* der Fische und Vögel), in den Respirationsorganen (Kehlkopfs-, Tracheal- und Bronchialknochen vieler Vögel), in den Geschlechtsorganen (Penisknochen der Säuger), im Knochensysteme (*Ossa sterno-costalia* der Vögel und einiger Säugethiere). Die Knochenzellen sind bei Thieren meist wie beim Menschen, doch zeichnen sich dieselben an vielen Orten (Fische, Amphibien z. Th.) durch eine grosse Länge aus, an andern durch die geringe Entwickelung ihrer Ausläufer (Sclerotica von *Thynnus*, *H. Müller*). Knochen ohne Knochenzellen oder das von mir sogenannte osteoide Gewebe finden sich nach meinen Erfahrungen bei sehr vielen Fischen (fast allen Acanthopterygiern und vielen Weichflossern), dafür treten hier sehr häufig an deren Stelle wirkliche Zahnröhrchen auf. Ausserdem finden sich bei Fischen noch eigenthümliche Formen von Knochengewebe, wie namentlich ein Gewebe, das Zahnröhrchen und Knochenzellen zu gleicher Zeit zeigt (Schuppen und Knochen vieler Ganoiden). — Bei Wirbellosen findet sich nirgends ächter Knochen und dienen hier als Ersatz die sogenannten Kalkskelette, die vorwiegend aus kohlensaurem Kalke bestehen und als Incrustationen von formlosen Geweben und Zellenparenchymen, als festwerdende Ausscheidungen von Kalk oder als Ablagerungen von Kalkconcretionen in verschiedene Gewebe auftreten. — Die Verbreitung der Zähne ist auf die drei bekannten Wirbelthierclassen beschränkt. Bei den Plagiostomen kommen den Zähnen im Bau ganz gleiche Gebilde auch als Stacheln in der Haut vor.

Den Bau der Knochen anlangend, so ist hier noch zu bemerken, dass von *Sharpey* beim Menschen gefundene eigenthümliche, die Knochenblätter durchsetzende Fasern (*perforating fibres Sh.*), nach meinen Erfahrungen bei Thieren sehr verbreitet sind und

namentlich bei Fischen und Amphibien vorkommen. Es sind dieselben offenbar Bindegewebsbündel, die vom Perioste aus eindringend in den meisten Fällen wie die übrige Grundsubstanz verkalkt zu sein scheinen.



Fig. 39.

In rachitischen Knochen gehen, wie ich im Jahr 1847 gezeigt, und wie später *Virchow, Rokitansky, H. Müller* u. A. bestätigt haben, die Knorpelzellen in eigenthümliche, den wahren Knochenzellen ähnliche Bildungen über, nur dass dieselben von den verknöcherten Knorpelcapseln umgeben sind, an denen gleichzeitig mit der Umbildung der Knorpelzellen zu sternförmigen Zellen, oder schon vorher Porenkanälchen auftreten, ähnlich denen, die in verholzenden Pflanzenzellen sich bilden. Der aus diesen Beobachtungen gezogene Rückschluss auf die regelrechte Verknöcherung beim Menschen, dem fast alle Histiologen Beifall zollten, ergibt sich jedoch nach *H. Müller's* Untersuchungen als nicht begründet, indem bei dieser, wovon auch ich mich überzeugte, die Knorpelcapseln an der Bildung der Knochenzellen keinen Antheil nehmen, und selbst die Knorpelzellen meist nicht unmittelbar, sondern erst durch ihre Abkömmlinge zu Knochenzellen werden. Dagegen habe ich zu bemerken, dass es nach meinen neueren Erfahrungen bei Thieren Fälle gibt, wo Knorpel oder wenigstens ein dem Knorpel so nahe stehendes Gewebe, dass es sich von solchem nicht unterscheiden lässt, unmittelbar zu ächtem Knochen mit sternförmigen Zellen wird, und zwar bei der Verknöcherung des Rehgeweihes, an welchem Orte, wenn ich recht gesehen habe, die verknöchernden Zellen selbst Capseln erhalten, an denen erst Porenkanälchen auftreten, bevor die eingeschlossenen Zellen sternförmig werden. Auch im verkalkten Knorpel der Plagiostomen kommen Bildungen vor, die von Knochenzellen nicht mehr weit sich unterscheiden, und scheint mir die scharfe Grenze, die *H. Müller* zwischen verkalktem Knorpel und ächtem Knochen zieht, ebenso wenig durchgreifend zu sein, wie die, die man früher zwischen Bindegewebe und Knorpel zog.

Literatur. *Deutsch, de penitiori ossium structura Observationes. Vrat.* 1834. *Diss.*; *Miescher, de inflammatione ossium eorumque anatome generali. Accedunt observat. auct. J. Müller. Berol.* 1836; *Schwann*, Artikel »Knochengewebe« in Berl. encycl. Wörterb. der med. Wiss. Bd. 20. S. 102; *Tomes*, Artikel »*Osseous tissue*« in *Cyclop. of Anat. III*; *Kölliker*, Ueber Verknöcherung bei Rachitis in Mittheil. der Zür. nat. Ges. 1847. p. 73; *H. Meyer*, der Knorpel u. s. Verknöch. in *Müll.* Arch. 1849. p. 292; *A. Brandt, Disquis. de ossificat. processu. Dorp.* 1852; *Bruch*, Beitr. z. Entw. d. Knochensystems, Denkschr. d. schweiz. Nat. Ges. XII. 1853; *Virchow*, das normale Knochenwachsthum und die rach. Stör. desselben in s. Arch. V. p. 409; *J. Tomes and Campbell de Morgan Obs. on the struct. a. developm. of bone in Phil. trans.* 1853. *I. p.* 109; *H. Müller*, Beiträge zur Kenntniss der Entwick. d. Knochengewebes in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. Heft 2; *Black, the pathology of tuberculous bones* in *Edinb. med. Journ.* 1859. p. 780; *Kölliker*, Ueber verschiedene Typen in der mikr. Structur des Skelettes der Knochenfische, Würzb. Verh. IX. p. 257; über die grosse Verbr. d. *perforating fibres* von *Sharpey* in Würzb. naturh. Zeitschr. I. 306; *H. Müller*, Ueber *Sharpey's* durchbohrende Fasern der Knochen in Würzb. naturh. Zeitschr. I. 296; *Lieberkühn* in *Müll.* Arch. 1860. p. 824 (Verknöcher. d. Vogelsehnen). Ausserdem die in § 24 und 26 angeführten Arbeiten von *Hoppe, Beneke* und *Aeby*.

III. Muskelgewebe.

§. 30.

Allgemeine Eigenschaften desselben. Je weiter unsere Kenntnisse der zusammenziehungsfähigen Gewebe fortschreiten, um so mehr ergibt es sich, dass die scharfe Trennung, die man bisher zwischen glatten und

Fig. 39. Sechs in der Entwickelung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochencapseln aus einem rachitischen Knochen. *a.* Einfache Knochencapseln, *b.* zusammengesetzte, einer Muttercapsel mit zwei Tochtercapseln entsprechend, *c.* eben solche aus drei Capseln entstanden, 300mal vergr.

quergestreiften, animalen und vegetativen Muskelfasern angenommen hat, nicht länger festgehalten werden kann. Es haben nämlich die Untersuchungen der letzten Jahre gelehrt, dass der alte Satz, dass die Elemente der glatten Muskeln der Wirbelthiere einer einzigen Zelle entsprechen, die der animalen Muskeln dagegen einer verschmolzenen Reihe von solchen nicht mehr stichhaltig ist, indem es immer wahrscheinlicher wird, dass alle quergestreiften Muskeln von Wirbelthieren und die denselben als gleichwerthig aufgefassten Muskelfasern der Wirbellosen ohne Ausnahme — abgesehen von den Muskelnetzen — den Werth einfacher Zellen haben, so dass somit der Entwickelung nach alle Muskelfasern wesentlich dieselbe Bedeutung hätten. Ferner wissen wir jetzt, dass die Querstreifung und das Vorkommen von Fibrillen nicht ausschliessliche Eigenschaft der quergestreiften Muskelfasern ist, indem auch einfache kürzere Zellen (Endocard der Wiederkäuer) oder Faserzellen von der Beschaffenheit derer der glatten Muskeln in gewissen Fällen (*Truncus art.* des Salamanders, Herz der nackten Amphibien und Fische) Querstreifung darbieten. Da nun auch die Physiologie einer Trennung entgegen ist, indem kaum bezweifelt werden kann, dass die wesentlichen Unterschiede, die in den Verrichtungen der animalen und vegetativen Muskeln sich finden, nicht aus dem Mangel oder der Anwesenheit einer Querstreifung, sondern aus ihren Beziehungen zum Nervensysteme sich erklären, und selbst in chemischer Beziehung keine Unterschiede zwischen den verschiedenen bewegungsfähigen Elementen bekannt sind, so folgt wohl mit Sicherheit, dass man allen Grund hat, dieselben in Eine Abtheilung zusammenzustellen. Immerhin scheint es mir, namentlich mit Rücksicht auf den Menschen und die höhern Thiere, gerechtfertigt, als Unterabtheilungen dieser die bekannten zwei beizubehalten und als Eintheilungsgrund die Entwickelung zu benutzen, die ich schon bei meinen ersten Untersuchungen über die glatten Muskeln voranstellte. Wenn nämlich auch in den Formen der bewegungsfähigen Elemente eine grosse Mannichfaltigkeit herrscht, so ist doch einleuchtend, dass die überwiegend grosse Mehrzahl derselben in zwei Abtheilungen zerfällt, 1) meist kürzere Fasern, die nur Einen Kern enthalten und 2) gewöhnlich längere Elemente, die ihrer zahlreichen Zellenkerne wegen doch wenigstens physiologisch eine ganze Zellenreihe darstellen. Da nun an dieses Verhältniss vielleicht der wichtigste Unterschied, der, abgesehen von den Beziehungen zum Nervensystem, zwischen den Muskelfasern herrscht, gebunden ist, der nämlich, dass die einen Muskeln mit ihren kleinsten Abschnitten zu selbständigen Leistungen befähigt sind, die andern nur zu ganzen Verkürzungen, so sehe ich mich um so mehr bewogen, als Unterabtheilungen des Muskelgewebes 1) die der Muskelzellen und 2) diejenige der Muskelfasern festzuhalten.

Schon in der ersten Auflage dieses Werkes (S. 67) habe ich darauf hingewiesen, dass die Kluft zwischen den beiden Arten des Muskelgewebes nicht so gross sei, als man gewöhnlich glaube, namentlich gestützt auf das Vorkommen von quergestreiften einkernigen Muskelzellen im Herzen der Wiederkäuer und von glatten Muskelfasern mit vielen Kernen bei gewissen Gliederthieren, und dasselbe geschah ein Jahr später von *Leydig* (Unters. ü. Fische u. Rept. 1853. p. 144), nachdem er im *Truncus arteriosus* des Salamanders und Proteus, auch zum Theil an der Carotidendrüse des Frosches quergestreifte Faserzellen aufgefunden hatte, welche übrigens schon früher von *Virchow* aus einer pathologischen Neubildung beschrieben worden waren (siehe m. Mikr. Anat. II. 1.

p. 549). Jetzt sind zu diesen Thatsachen andere noch wichtigere getreten, nämlich der Nachweis, erstens dass die glatten Muskelfasern der Wirbellosen, die bisher in ihrer Entwickelung allgemein den quergestreiften Fasern an die Seite gestellt wurden, einkernige Faserzellen sind, zweitens dass auch die quergestreiften Fasern der Wirbelthiere die Bedeutung einfacher ungemein vergrösserter Zellen haben, und drittens dass einkernige Faserzellen mit Querstreifen und Fibrillen eine grössere Verbreitung besitzen, als man bisher geahnt hat. Ersteres anlangend, so hatten zwar schon *Agassiz*, *H. Müller*, ich selbst, *Gegenbaur* und *Leuckart* das Vorkommen von einfachen Faserzellen bei Quallen und Cephalopoden dargethan, doch war hierdurch die Anschauung noch nicht zum Durchbruch gekommen, dass solche Elemente bei Wirbellosen allgemein verbreitet sind, wie am besten die spätern Arbeiten von *Gegenbaur*, *Leydig* und *Semper* lehren, und war es daher nicht überflüssig, dass ich (Würzb. Verh. VIII. p. 106) die grosse Verbreitung einkerniger Muskelzellen bei dieser Thierabtheilung nachwies. — Von den quergestreiften Muskelfasern zweitens haben schon vor Jahren *Prévost* und *Lebert* (*Ann. d. sc. nat.* 1844) für den Frosch angegeben, dass dieselben einfach verlängerte Zellen seien, ebenso ein Jahr später auch *Remak* (*Fror.* Not. 1845. Nr. 767), doch waren diese Behauptungen nicht ausführlicher begründet und fanden daher wenig Glauben, um so mehr, da von verschiedenen Seiten neue Angaben zu Gunsten der *Schwann*'schen Theorie bekannt wurden, wie von mir über den Menschen und von *Leydig* über die Plagiostomen. Als jedoch *Remak* im Jahre 1855 seine schönen Abbildungen über die Muskelfasern der Froschlarven bekannt gemacht hatte (Unters. z. Entw. Tab. IX. Fig. 24. Tab. XI. p. 154), gewann diese Angelegenheit ein neues Ansehen, um so mehr, als nun auch von Wirbellosen durch *Leuckart* und mich gezeigt wurde, dass selbst einkernige Muskelzellen eine ungewöhnliche Länge und einen Bau erlangen können, der von dem der quergestreiften Fasern wenig mehr abweicht. Ich sprach mich daher auch schon an dem vorhin angeführten Orte in einem den *Remak*'schen Anschauungen günstigen Sinne aus, obgleich, wie auch *Remak* zugibt (l. c. p. 194), selbst beim Frosche noch nicht alle Zweifel gelöst waren und für die quergestreiften Muskelfasern der Säuger, Vögel, Fische und Wirbellosen noch keine derartigen Beobachtungen vorlagen. Seit dieser Zeit habe ich nun Gelegenheit gehabt, beim Menschen und bei Batrachiern die Entwickelung der quergestreiften Fasern aus einkernigen Zellen zu beobachten (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX. und weiter unten bei den Muskeln) und halte ich mich aus diesem Grunde nun allerdings für berechtigt, die Einzelligkeit der quergestreiften Fasern zu vertheidigen. Nichts desto weniger scheint es mir — da ja auch in den Muskelnetzen Verschmelzungen von Zellen vorkommen, nicht unmöglich, dass auch da und dort bei geraden Muskelfasern etwas der Art vorkomme, wofür in neuester Zeit in der That *Weismann* aus dem Herzen der höhern Wirbelthiere Belege vorgebracht hat, die jedoch nach *Gastaldi's* Untersuchungen nicht stichhaltig zu sein scheinen. — Drittens die Querstreifung von einkernigen Muskelzellen anlangend, so sind zu den bekannten Beispielen vom Endocard der Wiederkäuer, der Aorta des Salamanders, gewissen Faserzellen von Wirbellosen in neuester Zeit auch noch die wichtigen Erfahrungen von *Weismann* über das Herzfleisch der niedern Wirbelthiere gekommen. Wie man weiss, galt es, gestützt auf meine Deutungen und Erfahrungen, bisher als Gesetz, dass im Herzen aller Wirbelthiere Netze von quergestreiften Muskelfasern vorkommen. Doch hatte ich schon im Jahre 1856 (Würzb. Verh. Bd. VIII. St. 113) angegeben, dass es mir wiederholt vorgekommen sei, als ob die Fasern der Muskelnetze des Herzens der Wirbelthiere nicht einfache Muskelfasern, sondern Bündel von solchen seien, — eine Bemerkung, die wie ich jetzt hinzusetzen kann, auf gelegentliche Beobachtungen des Froschherzens sich stützte — in welcher Beziehung ich zu weiterer Untersuchung aufforderte. In der That hat nun *Weismann* bei seinen neuen mit dem vortrefflichen *Moleschott*'schen Hülfsmittel, dem *Kali caust.* von 35 %, angestellten Beobachtungen meine Vermuthungen bestätigt gefunden und nachgewiesen, dass bei nackten Amphibien und Fischen im Herzen einkernige und zwar quergestreifte Faserzellen vorkommen, Ergebnisse, welche Herr Dr. *Gastaldi* aus Turin bei einer hier in Würzburg angestellten Prüfung für den Frosch und die Fische vollkommen bestätigt fand.

Alles zusammen genommen bilden somit die Muskelzellen eine ganze Reihe von einfacheren bis zu verwickelteren Bildungen, bei der man am passendsten folgende Hauptgestaltungen unterscheidet:

1) einkernige Muskelzellen
  a) mit gleichartigem Inhalte (glatte Muskeln der Wirbelthiere, viele Muskeln von Wirbellosen);
  b) mit querstreifigem mehr weniger bestimmt fibrillärem Inhalte (Herz der niedern Wirbelthiere, Endocard der Wiederkäuer, gewisse Muskeln von Wirbellosen);
2) vielkernige Muskelzellen
  a) mit gleichartigem Inhalte (Muskeln niederer Gliederthiere);
  b) mit quergestreiftem fibrillärem Inhalte (willkürliche Muskeln der Wirbelthiere und der meisten Gliederthiere).

Uebergänge zeigen nicht blos die Unterabtheilungen der beiden Hauptgruppen, sondern auch diese selbst, denn ich selbst und *Remak* haben in glatten Muskeln von Wirbelthieren auch Faserzellen mit 2, 3 und 4 Kernen gesehen, es soll demnach obige Eintheilung keine scharfen Grenzen ziehen, sondern einfach die Auffassung der zahlreichen Formen dieses Gewebes erleichtern. — Eine andere Eintheilung der muskulösen Elemente ist die in glatte und quergestreifte Zellen, in welchem Falle dann bei jeder Abtheilung die ein- und mehrkernigen Formen zu unterscheiden wären, es scheint mir jedoch diese in physiologischer Hinsicht weniger passend als die andere, da nach Allem was wir wissen, die Leistungen der verschiedenen muskulösen Elemente weniger an die Gestaltung des Inhaltes, als an die Länge der Fasern und die Zahl der Kerne gebunden zu sein scheinen.

§. 31.

Gewebe der Muskelzellen oder der glatten Muskeln. Die glatten, auch vegetativen oder organischen Muskeln bestehen wesentlich aus mikroskopischen, meist spindelförmigen, seltener kurzen und mehr breiten, walzenförmigen oder leicht abgeplatteten Fasern, den von mir sogenannten contractilen oder muskulösen Faserzellen. Jedes dieser Elemente, im Mittel von 0,02—0,04‴ Länge, 0,002—0,003‴ Breite, hat die Bedeutung einer verlängerten Zelle, lässt jedoch, mit wenigen Ausnahmen (*Uterus gravidus*. Wirbellose) keinen Unterschied zwischen Inhalt und Hülle erkennen, sondern besteht aus einem scheinbar gleichartigen, manchmal feinkörnigen oder schwach streifigen Stoffe, in dem ohne Ausnahme in der Mitte der Faser ein meist stäbchenförmiger, langer aber hohler, mittlerer Zellenkern sich befindet. Diese Faserzellen vereinen sich unter Mitwirkung eines nicht unmittelbar zu beobachtenden Bindemittels zu platten oder rundlichen Strängen, den Bündeln der glatten Muskeln, welche dann durch zarte Hüllen von Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, eine Art Perimysium, zu grössern Massen sich verbinden, in denen zahlreiche Gefässe und eine verhältnissmässig geringe Zahl von Nerven sich ausbreiten. In chemischer Beziehung bestehen die Faserzellen der glatten Muskeln aus einer stickstoffhaltigen, dem Faserstoff verwandten Substanz, dem sogenannten Muskelfibrin oder Syntonin (*Lehmann*), welche nach den bisherigen Erfahrungen von dem Blutfaserstoff nur dadurch sich unterscheidet, dass sie in Salpeterwasser und kohlensaurem Kali nicht, wohl aber in verdünnter Salzsäure und zwar sehr leicht sich auflöst. Die physiologische Bedeutung der glatten Muskeln liegt in ihrem Zusammenziehungsvermögen, durch welches dieselben namentlich die Verrichtungen der Eingeweide sehr wesentlich unterstützen und an denselben, vermöge der Kürze ihrer Elemente, auch ganz örtliche Formveränderungen bedingen. Die Entwickelung ihrer Elemente geschieht einfach durch Verlängerung runder Zellen und Umwandlung des gesammten

Inhaltes derselben zu einem gleichartigen zusammenziehungsfähigen Stoffe, wobei die ursprünglich vorhandene Zellenhülle wahrscheinlich als zartes meist nicht nachweisbares Gebilde sich erhält. Der Stoffwechsel darf in den glatten Muskeln als lebhaft angenommen werden, wie vor Allem die neuern Untersuchungen über die die glatten Muskeln durchziehende Flüssigkeit lehren, die neben Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure auch Kreatin und Inosit enthält, ausserdem aber auch das häufige Vorkommen physiologischer (im Uterus) und pathologischer Hypertrophien und Atrophien derselben beweist. Ob glatte Muskeln sich wiedererzeugen oder Stoffverluste durch ein ähnliches Gewebe ersetzen, ist unbekannt, dagegen scheinen Neubildungen derselben in Geschwülsten des Uterus vorzukommen.

Das glatte Muskelgewebe bildet im menschlichen Körper nirgends grössere Muskeln, wie diess z. B. bei den Mastdarmruthenmuskeln der Säugethiere der Fall ist, sondern findet sich entweder in Gestalt kleiner Bündelchen zerstreut im Bindegewebe oder in Form von Muskelhäuten. In beiden Fällen erscheint dasselbe entweder mit gleichlaufenden oder netzförmig vereinten Bündeln, und steht auch beim Menschen an manchen Orten mit Sehnen aus elastischem Gewebe in Verbindung, wie sie zuerst von mir an den Trachealmuskeln und an den Hautfedermuskeln der Vögel aufgefunden worden sind. Seine Verbreitung ist folgende:

a

Fig. 41.

Fig. 40.

1) Im Darmkanal bildet das glatte Muskelgewebe einmal die *Musculosa* von der untern Hälfte der Speiseröhre an, wo glatte Bündel noch mit quergestreiften Fasern vermischt sind, bis zum *Sphincter ani internus*, zweitens die Muskellage der Schleimhaut, von der Speiseröhre an bis zum *Anus*, und drittens einzelne Muskelbündel in den Zotten.

2) In den Respirationsorganen erscheint eine glatte Muskellage in der Trachea an der hintern Wand und begleitet als vollständige Ringfaserhaut die Bronchien bis zu den feinsten Aestchen. Auch in den Lungenbläschen finden sich nach *Moleschott's* neuesten Untersuchungen solche Muskeln, über welche Angabe ich mir vorläufig noch kein Urtheil erlaube.

3) Bei den Speicheldrüsen findet sich dieses Gewebe einzig und allein im *Ductus Whartonianus* und auch hier nur spärlich und in unvollkommener Lage.

4) Die Leber hat eine vollständige Muskellage in der Gallenblase und spärliche glatte Muskeln auch im *Ductus choledochus*.

5) Die Milz besitzt bei vielen Thieren in der Hülle und in den Trabekeln, gemischt mit Bindegewebe und elastischen Fasern, die hier besprochene Muskelart.

6) In den Harnwerkzeugen treten die glatten Muskeln in den Nie–

Fig. 40. Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Fig. 41. Muskulöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes, 350mal vergrössert.

renkelchen und im Nierenbecken auf, bilden in den Ureteren und der Harnblase eine vollständige Muskelschicht, finden sich dagegen nur noch spärlich in der Urethra.

7) Die weiblichen Geschlechtsorgane haben glatte Muskeln in den Eileitern, dem Uterus, wo ihre Elemente bei der Schwangerschaft ungemein sich entwickeln und bis $^1/_4'''$ Länge erreichen, der Scheide, den cavernösen Körpern der äussern Genitalien und in den breiten Mutterbändern an verschiedenen Orten.

8) In den männlichen Sexualorganen finden sich dieselben in der *Tunica dartos*, zwischen der *Vaginalis communis* und *propria*, im Nebenhoden, *Vas deferens*, den Samenbläschen, der *Prostata*, um die *Cowper*'schen Drüsen herum und in den *Corpora cavernosa* des Penis.

9) Im Gefässsysteme zeigen sich glatte Muskeln in der *Tunica media* aller, vor Allem der kleineren Arterien, dann der meisten Venen, der Lymphgefässe mit Ausnahme der feinsten, ferner in den Lymphdrüsen (*Heyfelder*, *His*, *Frey*), endlich in der *Adventitia* mancher Venen. Die Elemente sind bei Gefässen von mittlerem Kaliber überall spindelförmige Faserzellen, bei den grössern Arterien dagegen kürzere Plättchen, die oft gewissen Formen des Pflasterepithels ähnlich werden, und an den kleinsten Arterien mehr länglichrunde, selbst rundliche Zellen, welche beide Formen als mehr unentwickelte zu betrachten sind.

10) Im Auge bilden glatte Muskeln den *Sphincter* und *Dilatator pupillae* und den *Tensor chorioideae*, in der Nähe des Auges den *Musculus orbitalis* und die *M. palpebrales* von *H. Müller*.

11) In der Haut endlich zeigt sich dieses Gewebe ausser in der *T. dartos*, in der Form kleiner Muskelchen an den Haarbälgen, im Warzenhofe und in der Brustwarze und an vielen Schweiss- und den Ohrenschmalzdrüsen.

Man hielt die Elemente der glatten Muskeln früher allgemein für lange, viele Kerne haltende Bänder und liess sie, wie die quergestreiften Fasern, durch Verschmelzung vieler an einander gereihten Zellen entstehen. Im Jahr 1847 zeigte ich, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Elemente dieser Muskeln nur einfache, umgewandelte Zellen sind und wies zugleich nach, dass diese contractilen Faserzellen überall vorkommen, wo man bisher zusammenziehungsfähiges Bindegewebe angenommen hatte, und auch sonst noch an manchen Orten sich finden, wo man sie nicht vermuthete. Diese meine Angaben sind, trotz anfänglicher Widersprüche von gewissen Seiten, jetzt allgemein bestätigt, wozu *Reichert* durch Auffindung eines Reagens, das auch dem minder Geübten die contractilen Faserzellen leicht zu isoliren erlaubt, der Salpeter- und der Salzsäure von 20% (*Müller's* Archiv 1849 und *Paulsen*, *observ. microchem.* 1849) und *Lehmann* durch seine chemischen Untersuchungen dieses Gewebes (Physiol. Chemie III.) das ihrige beigetragen haben, in welcher Beziehung nun auch noch das von *Moleschott* zuerst zum Trennen der Muskelzellen verwendete *Kali causticum* von 35% als ganz ausgezeichnet zu nennen ist. — Contractile Faserzellen kommen bei allen vier Wirbelthierclassen vor und sind auch bei Wirbellosen häufig. — Ihr Vorkommen bei den Wirbelthieren ist zum Theil eigenthümlich und will ich hier noch folgende Orte namhaft machen, wo sie sich finden: In der Haut der Säuger an den Haarbälgen und Stacheln, so beim Orang (ich), beim Igel und Stachelschweine (*Leydig*), bei der Katze, Ratte, dem Kaninchen (*H. Müller*), bei den meisten Säugern (*Seuffert*); ferner in der Haut der Vögel als Muskelchen der Contourfedern hier mit Sehnen aus elastischem Gewebe, in derjenigen des Orang an den Haarbälgen, wie beim Menschen; in der *Iris* der Fische, in der *Campanula Halleri* der Knochenfische (*Leydig*), im Trommelfell des Frosches (*Leydig*), in der Schwimmblase der Fische, in den

Lungen des Frosches (ich), des Salamanders (*Leydig*), bei *Triton* (*H. Müller*), bei *Menobranchus lateralis* (*Eberth*), im Gekröse der Plagiostomen, von *Gobius niger*, von *Psammosaurus, Salamandra, Siredon, Lacerta agilis, Testudo graeca* (nicht bei *Rana temporaria*, *Ceratophrys dorsata*, *Bufo variabilis* und *Proteus* und *Lepostlernon* (*Leydig* und *Brücke*), in den Schläuchen der Kloakendrüse des Salamanders (*Leydig*), Hautdrüsen der Frösche z. Th. (*Hensche*, Rückenhaut von *Pipa dorsigera Leydig*), in den Mastdarmruthenmuskeln der Sänger, im Amnion und der Allantois der Hühnerembryonen (*Remak*, ich, *Vulpian*), in der Fleischtroddel des Puters (*Leydig*), im Herzen der nackten Amphibien und Fische (*Weismann, Gastaldi*, nicht in den Lymphherzen des Frosches (ich). An den letztern Orten, wo die Elemente schön quergestreift sind, und im Muskelmagen der Vögel sind diese Muskeln lebhaft roth und hier auch mit einer Sehnenhaut in Verbindung. — Bei Wirbellosen sahen einkernige Faserzellen *Agassiz* bei Scheibenquallen, *Gegenbaur* und ich bei *Siphonophoren*; *H. Müller* bei *Cephalopoden*, *Leuckart* bei *Heteropoden*, ich bei *Radiaten, Acephalen, Anneliden* und vielen *Cephalophoren*, *Weismann* in den Muskelbalken des Herzens der *Gastropoden*, und wird es demzufolge wahrscheinlich, dass dieselben hier sehr verbreitet sind. Bemerkenswerth ist, dass wo sie vorkommen, sie auch die willkürlichen Muskeln bilden, womit auch der zusammengesetzte Bau, den sie häufig darbieten, wie namentlich am *Pharynx* der Mollusken, zusammenhängen mag. Sehr häufig unterscheidet man an ihnen noch *Sarcolemma* (die Zellmembran), einen längsstreifigen Inhalt und viele interstitielle Körnchen (siehe unten), die oft so regelmässig stehen, dass eine Art Querstreifung entsteht (Quallen z. Th., Herz der Cephalopoden, Schliessmuskel der Muscheln). Auch Verästelungen sind an denselben beobachtet. Ueber die merkwürdigen Muskelelemente der *Nematoden* vergleiche man die Arbeit von *A. Schneider* (l. i. c.).

Literatur. *Kölliker*, Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln, in Mittheil. d. naturf. Gesellschaft in Zürich 1847. S. 18; Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 1849. und Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 109; *C. R. Walther, Nonnulla de musculis laevibus, Diss. Lips.* 1851; *Treitz* in Prag. Viertelj. 1853. Bd. I. p. 113; *Ch. Morel, Dévelop. et struct. d. syst. musculaire. Paris* 1856, *Thèse*; *Ch. Rouget, Recherches sur les éléments des tissus contractiles* in *Gaz. méd.* 1857, *No.* 1; *G. Meissner* in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1858. p. 316 (contrahirte Faserzellen); *A. Schneider*, Ueber die Muskeln und Nerven der Nematoden in *Müll.* Arch. 1860. S. 224; *Moleschott* in seinen Untersuchungen Bd. VI. S. 380; *R. Heidenhain* in Studien d. phys. Instit. zu Breslau. 1861 (Form d. contr. Faserzellen während ihrer Thätigkeit und Gerinnung ihres Inhaltes nach dem Tode).

§. 32.

Gewebe der Muskelfasern oder quergestreiften Muskeln. Die Elemente dieses Gewebes bestehen wesentlich aus den sog. Muskelfasern oder Muskelprimitivbündeln, von denen jede ein von einer gleichartigen, zarten, elastischen Hülle, dem Sarcolemma oder Myolemma, umschlossenes, 0,004 bis 0,03‴ dickes Bündel feiner Fibrillen darstellt. Diese letztern sind meist regelmässig der Länge nach abgetheilt, so dass sie wie aus vielen hintereinander liegenden Stückchen zu bestehen scheinen und ein quergestreiftes Ansehen der Muskelfasern bedingen, oder dieselben erscheinen mehr glatt und dann sind auch die Primitivbündel nur der Länge nach gestreift. Ausser diesen Fibrillen enthalten die Muskelfasern, wie ich vor Kurzem nachgewiesen habe, einen besonderen Zwischenstoff in Gestalt zahlreicher blasser, reihenweise zwischen den Fibrillen liegender Körnchen und eine bedeutende Zahl rundlicher oder verlängerter Zellenkerne, die beim Menschen mit Ausnahme der Elemente des Herzfleisches an der Innenfläche des Sarcolemma anliegen. — Die Vereinigung der Muskelfasern, die als Ganze meist langgestreckte Spindeln oder Walzen darstellen und nur im Her-

zen der höhern Wirbelthiere netzförmig verbunden sind, zu den Muskeln und Muskelhäuten kommt so zu Stande, dass dieselben der Länge nach neben und hintereinander sich legen, wobei sie von zartern oder festern Hüllen von Bindegewebe, dem sog. *Perimysium*, dem immer feinere elastische Fasern und häufig auch Fettzellen beigemengt sind, umschlossen und von zahlreichen **Blutgefässen** und **Nerven** umsponnen werden.



Fig. 42.

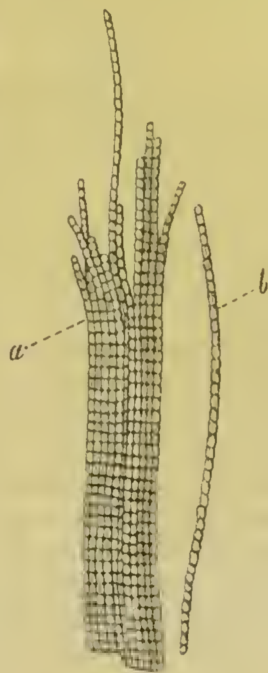


Fig. 43.

In **chemischer** Beziehung stimmt die Hauptmasse der quergestreiften Muskelfasern mit dem im vorigen §. bezeichneten Syntonin vollkommen überein. Das Sarcolemma leistet Alkalien und Säuren grossen Widerstand, während die Kerne die gewöhnlichen Eigenthümlichkeiten dieser Gebilde darbieten. Aus den Muskeln lässt sich eine neutrale Flüssigkeit auspressen, in welcher *Liebig* und *Scherer* eine wichtige Reihe stickstoffloser und stickstoffhaltiger Zersetzungsstoffe des Muskelgewebes aufgefunden haben.

Die quergestreiften Muskelfasern sind in hohem Grade **zusammenziehungsfähig** und vermögen bei ihrer Länge sehr bedeutende Wirkungen zu vermitteln. Dieselben entstehen durch einfache Verlängerung runder Zellen, die vielleicht auch an gewissen Orten (Herz) mit einander verschmelzen, deren Inhalt zu einer gleichartigen halbweichen Masse sich umwandelt und dann in Fibrillen zerfällt. — Einmal angelegt wachsen die Muskelfasern theils durch Verlängerung und Verdickung ihrer Elemente unter fortgesetzter lebhafter Vermehrung der ursprünglichen Zellenkerne, theils, wie es scheint, auch durch Bildung neuer Fasern durch Theilung von den vorhandenen aus fort und besitzen im fertigen Zustande einen sehr lebhaften Stoffwechsel, der namentlich auch durch die mannichfachen berührten Zersetzungsstoffe derselben sich kund gibt, sowie durch den Umstand, dass durch Aufhebung der Blutzufuhr ihre Leistungsfähigkeit in kurzer Zeit erlischt. Muskelwunden heilen nie durch quergestreifte Muskelsubstanz, dagegen findet sich, wenn auch sehr selten, eine zufällige Bildung dieses Gewebes.

Quergestreiftes Muskelgewebe findet sich in folgenden Theilen:

1) In den **Muskeln** des **Stammes** und der **Extremitäten**, in den **äussern Muskeln** des Auges und in **allen Ohrmuskeln**.

Fig. 42. Zwei Muskelfasern des Menschen, 350mal vergr. In der einen ist das Fibrillenbündel *b* gerissen und das Sarcolemma *a* als leere Röhre zu sehen.

Fig. 43. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl *(Siredon pisciformis)*. *a*. Ein kleines Bündel von solchen. *b*. Eine vereinzelte Zelle, 600mal vergr.

2) In den Muskeln mancher Eingeweide, als da sind: der Kehlkopf, Pharynx, die Zunge und Speiseröhre (obere Hälfte), das Mastdarmende (*Sphincter externus, Levator ani*), die Genitalien (*Bulbo-, Ichiocavernosus, Urethralis transversus, Transversi perinaei, Cremaster,* Muskelfasern der runden Mutterbänder zum Theil).

3) In gewissen Theilen des Gefässsystems und zwar im Herzen (auch in gewissen *Chordae tendineae* nach *Oehl*) und in den grossen Venen.

Elemente von der Bedeutung der vielkernigen Muskelzellen oder der Muskelfasern sind weit verbreitet, doch zeigen dieselben selbst in den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere nicht überall den vom Menschen her bekannten Bau, wie namentlich gewisse Muskeln von *Petromyzon*, die der Seitenlinie von Knochenfischen und am Spritzloche von Plagiostomen, in welcher Beziehung die Arbeiten von *Stannius* (Götting. Nachr. 1857. 18) und *Leydig* zu vergleichen sind. Ausser an den bekannten Orten finden sich hier solche Muskeln in der Speiseröhre einiger Säuger und der Plagiostomen, im Darm der *Tinca chrysitis*, im Magen von *Cobitis fossilis*, um die Giftdrüse der Schlangen, um die Moschusdrüsen der Schildkröten und Crocodile (*Peters*) und im Gaumenorgane des Karpfens, in der Haut der Säuger, Vögel, Schlangen und ungeschwänzten Batrachier (sogenannte Hautmuskeln), an den Spürhaaren der Säuger, in den Lymphherzen der Vögel, beschuppten Amphibien und des Frosches (ich), in der Atrioventricularklappe des rechten Herzens der Vögel und von *Ornithorhynchus*, an der untern Hohlvene von *Phoca*, dicht über dem Diaphragma, an den pulsirenden Venen der Flughaut der Chiropteren (*Wharton Jones, Leydig*), im innern Auge der Vögel und beschuppten Amphibien, um die *Cowper*'schen und Analdrüsen der Säuger. Bei manchen Fischen sind die Zwischenkörner regelrecht durch Fettkörner vertreten, die in einigen Fällen ungemein zahlreich und gross sind. — Bei den Wirbellosen gehören in diese Abtheilung wahrscheinlich alle Muskeln von Gliederthieren, mögen sie nun Querstreifen besitzen oder nicht, und finden sich dieselben daher auch am Darme, dem Herzen und den Genitalien. Von den übrigen Wirbellosen scheinen die Muskeln der meisten zu den einkernigen zu zählen, doch wird hierüber erst nach ausgebreiteteren Untersuchungen eine bestimmte Entscheidung abgegeben werden können. Für einmal lassen sich nur noch die quergestreiften Leibesmuskeln der Salpen mit einiger Wahrscheinlichkeit in diese Abtheilung bringen, doch scheinen auch bei einzelnen Nematoden (bei *Spiroptera obtusa* nach *A. Schneider*) vielkernige Muskelzellen vorzukommen.

Die netzförmige Vereinigung der Muskelprimitivbündel, die schon *Leeuwenhoek* kannte und welche ich wieder aufgefunden, scheint für das Herz der höheren Wirbelthiere Regel zu sein. Bei Wirbellosen sind solche Geflechte namentlich an den Vegetations- und Generationsorganen häufig (*Hessling, Leydig, Gegenbaur, Leuckart*, ich), nur dass hier statt ausgebildeter Fasern oft Netze sternförmiger Zellen sich finden, in welcher Beziehung jedoch ebenfalls neue Beobachtungen nöthig werden, da *Weismann* ebenso wie für das Herz der Fische und nackten Amphibien, so auch für dasjenige gewisser Mollusken nachgewiesen hat, dass die Balken des Netzwerkes Bündel einkerniger Zellen sind. Einfache stärkere oder schwächere z. Th. sehr schöne baumförmige Verästelungen von Muskelfasern, die *Corti* und ich in der Zunge des Frosches sahen, sind dagegen seltener, doch hat man dieselben nun schon an vielen Orten gesehen, wie bei *Artemia salina*, in der Kopf- und Fussscheibe von *Piscicola* (*Leydig*), im Schwanze von Froschlarven (Mikr. Anat. II. 1. Fig. 65), in der Zunge von Säugern (*Salter, Biesiadecki* und *Herzig*), in der Stammmuskulatur des Pferdes (*Biesiadecki* und *Herzig*), in der Lippe der Ratte *Huxley*, in der Schnauze der Schweine und Hunde (*Leydig*), bei *Lemanthropus Kroyeri* (*Claus*). Muskelfasern mit ausgezeichneten Verästelungen an beiden Enden sah ich an den Spinngefässen der Raupe von *Sericaria salicis*, wo einzelne solche Fasern Windungen des Drüsenkanales untereinander verbanden (Würzb. Verh. Bd. VIII. S. 234), ebenso *Biesiadecki* und *Herzig* in der Zunge des Frosches, welche letztern offenbar innern Zungenmuskeln, die meines Wissens bisher noch unbekannt waren, angehören.

Literatur. *W. Bowman*, *Article muscle and muscular motion* in *Todd's Cyclop. of Anatomy* und *On the minute structure of voluntary muscle*, in *Phil. Trans.* 1840. *II.* 1841. *I.*; *J. Holst*, *De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie. Dorp.* 1846; *Leydig*, über Tastkörperchen und Muskelstructur in *Müll.* Arch. 1856; *Kölliker*, Bemerkungen über den Bau der Muskeln in Zeitschr. f. w. Zool. VIII.; *Rollett*, Unters. z. näh. Kenntniss des Baues der quergestreiften Muskelfasern in Wiener Sitzungsber. 1857. p. 291; *E. Häckel* in *Müll.* Arch. 1857. p. 486; *E. Brücke*, Ueber den Bau der Muskelfasern in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1857. Juli; und Denkschriften Bd. XV.; *W. Berlin* in Arch. f. d. holländ. Beitr. Bd. I. p. 417; *G. Schmitz*, *De incremento musculorum. Diss. Gryphiae* 1858; *J. Budge*, Ueber Struct. u. Wachsth. d. quergestr. Muskelfasern im Arch. f. phys. Heilk. N. F. II. p. 71; *Böttcher* im Arch. f. path. Anat. Bd. XIII. p. 227 u. 402; *A. Herzig* in Wien. Sitzungsber. Bd. XXX. p. 73; *A. Herzig* und *A. v. Biesiadecki*, ibidem Bd. XXXIII. p. 146; *C. J. B. Amici* in *Virch.* Arch. XVI. p. 414; *T. Margo*, Neue Unters. üb. d. Entwickelung, d. Wachsthum, d. Neubildung u. d. feinern Bau d. Muskelfasern. Wien 1859; *Ph. Steffan*, Die kernartigen Gebilde des Muskelprimitivbündels. Diss. Erlangen 1860 und Zeitschr. f. rat. Med. Bd. X. 204; *Sczelkow* in *Virchow's* Arch. XIX. p. 215; *H. Jahn* und *J. Welcker* in Zeitschr. f. rat. Med. 1860. Bd. X. 238; *A. Weismann*, Ueber die Muskulatur des Herzens in *Müll.* Arch. 1861. S. 41; *E. Moritz*, Unters. üb. d. Entw. d. quergestreiften Muskelfasern. Diss. Dorp. 1860.; *T. Margo*, Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Wien 1860; *E. Harless*, Unters. an der Muskelsubstanz in Sitzungsber. d. bayr. Akad. 2. Heft. S. 93; *O. Deiters*, Beitr. z. Histol. d. quergestr. Muskeln in *Müll.* Arch. 1861. S. 393; *v. Wittich* in Königsberg. medic. Jahrb. Bd. III. 1861. S. 46.

IV. Nervengewebe.

§. 33.

Die wesentlichen Elemente des Nervengewebes sind zweierlei, Nervenröhren und Nervenzellen. Die Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern, auch Primitivröhren genannt, sind entweder markhaltige oder marklose. Die erstern bestehen aus drei Theilen, einer zarten gleichartigen Hülle, der Scheide der Primitivröhren, einer in der Mitte gelegenen weichen aber elastischen Faser, der mittleren oder Axenfaser (Axencylinder *Purkyně*, Primitivband *Remak*) und einer zwischen beiden befindlichen zähflüssigen weissen Schicht, der Markscheide. In den marklosen Fasern, die beim Menschen nur in den Endausbreitungen (höhere Sinnesorgane, Gefühlskörperchen, Muskeln, Schleimhäute, *Cornea* u. s. w.) und im *Sympathicus* sich finden, umschliesst die nicht überall nachweisbare Hülle nichts als einen gleichartigen oder feinkörnigen hellen Inhalt, welcher mit der mittleren Faser der andern Röhren übereinzukommen scheint, auf jeden Fall derselben gleichwerthig ist, so dass mithin diesen Fasern die Markschicht fehlen würde. — Die Nervenfasern beider Arten finden sich in sehr verschiedenen Durchmessern und können

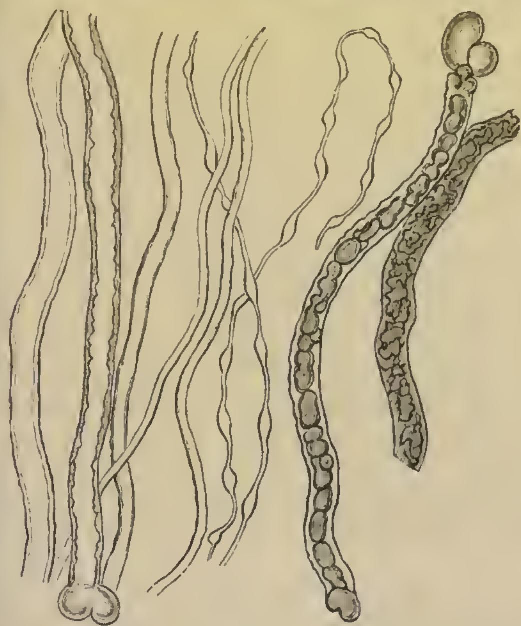


Fig. 44.

Fig. 44. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte und vier dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümlichem Inhalt.

hiernach als feine von 0,0005—0,002''', mitteldicke von 0,002—0,004''' und dicke von 0,004—0,01''' unterschieden werden (Fig. 44). Ihr Verlauf ist entweder so, dass eine Faser für sich von ihrer Ausgangsstelle bis zum Ende verläuft, oder es theilen sich dieselben, vorzüglich in ihrer Endausbreitung, in eine grössere oder kleinere Zahl von Aesten, oder endlich bilden dieselben, jedoch, soviel man weiss, nur an ihren Enden, wirkliche Verbindungen und Netze. Ausser dieser Endigungsweise finden sich dann noch solche mit freien Ausläufern, die in den einzelnen Organen mannichfache Abweichungen darbieten, unter denen diejenigen die bemerkenswerthesten sind, bei welchen das Ende von einer mehr weniger umgewandelten Zelle gebildet wird (*Retina*, Gehörorgan, Geruchsorgan, wirbellose Thiere). — Alle Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen oder in ihrem Verlaufe durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden. Diese Nervenzellen oder, wie sie in den

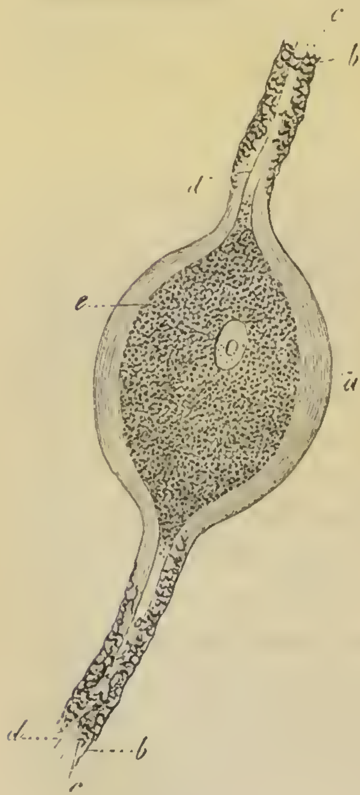
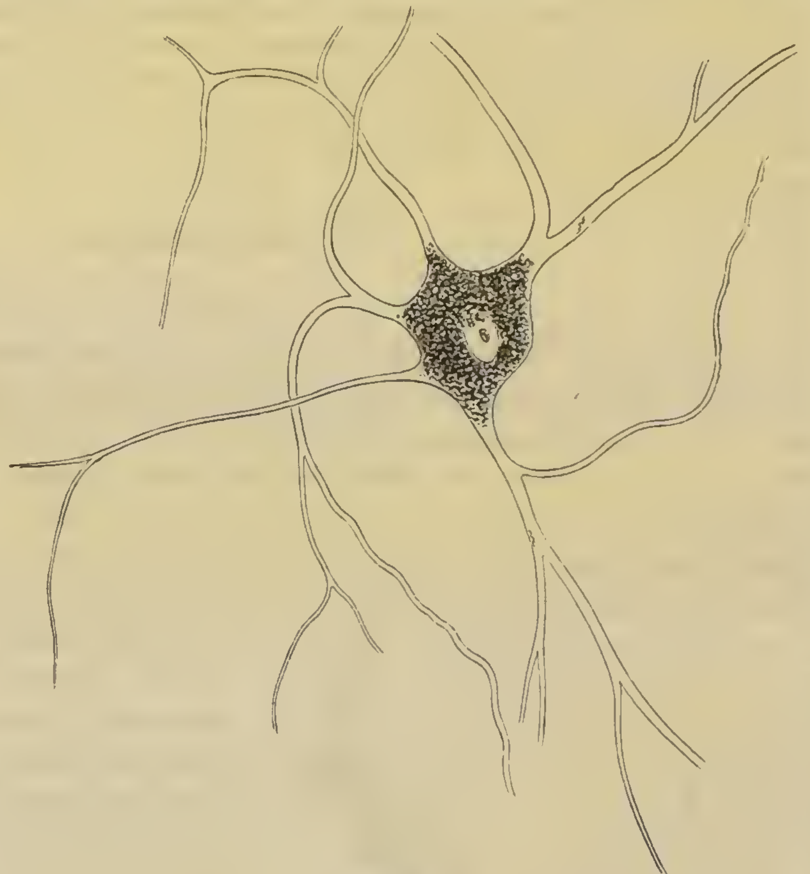


Fig. 45.


Fig. 46.

Ganglien heissen, Ganglienzellen oder Ganglienkugeln, sind mit den gewöhnlichen Eigenschaften der Zellen begabt. Ihre Hülle zeigt nichts besonderes, ausser dass sie häufig sehr zart ist, ja selbst, wie in den grossen Centralmassen, sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen lässt. Der Inhalt ist feinkörnig, festweich, sehr häufig gefärbt und umschliesst ohne Ausnahme einen zierlichen bläschenförmigen Kern mit grossem *Nucleolus*. In der Grösse

Fig. 45. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte *bipolare*), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a*. Hülle der Kugel. *b*. Nervenscheide. *c*. Nervenmark. *d*. Axenfasern mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

Fig. 46. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350mal vergr.

schwanken die Nervenzellen von 0,003—0,010''', und was ihre Formen anlangt, so zerfallen sie vorzüglich in runde, birnförmige, spindel- und sternförmige. Die drei letzten Arten entstehen dadurch, dass viele Nervenzellen in einen, zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze auslaufen, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlaufe in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den andern eine grössere Selbständigkeit beurkunden, indem sie, im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weite Strecken verlaufen und hierbei mannichfaltig sich verästeln. Wie diese letztern Fortsätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhange mit Nervenröhren oder durch Verbindung mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht, doch erscheint es nach Allem nicht unwahrscheinlich, dass je nach den Gegenden die drei angegebenen Möglichkeiten sich finden. Ueber den Bau der Nervenzellen und Nervenfasern haben *Stilling* und *Jacubowitsch* eigenthümliche Ansichten geäussert, die beim Nervensysteme besprochen werden sollen.

Nervenfasern und Nervenzellen vereinen sich zu zwei, in ihren Endgestalten sehr verschieden gebauten Geweben, dem grauen und weissen Nervengewebe *(Substantia alba et grisea)*. Die erstere bildet das sogen. weisse Mark oder die Markmasse vom Rückenmark und Gehirn und die Nerven, und besteht wesentlich aus bündelweise zusammengefassten oder sich durchflechtenden Nervenröhren und sie durchziehenden Blutgefässen, zu denen bei den Nerven noch besondere Hüllen von Bindegewebe, das sog. Neurilem, hinzukommt. Das graue Nervengewebe enthält weit vorwiegend Nervenzellen, ausserdem auch an gewissen Orten eine feinkörnige Grundmasse und kleine Zellen zweifelhafter Art, findet sich jedoch selten ganz rein, sondern meist mehr oder weniger mit Nervenröhren gemengt. In bedeutendem Grade ist dieses letztere der Fall in der Mehrzahl der Ganglien, in der grauen Substanz des Rückenmarks und in den sog. Ganglien des grossen Gehirns, wogegen sie in der grauen Rinde des grossen und kleinen Hirnes stellenweise fast ohne Nervenfasern auftritt. Auch dieses Gewebe führt, und zwar noch viel zahlreichere Gefässe, als das weisse, und in den Ganglien, so wie auch im Gehirn und Mark, auch verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung ihrer einzelnen Theile.

Die chemische Zusammensetzung der Nervensubstanzen ist noch bei weitem nicht genau genug erforscht. In der weissen Substanz bestehen die mittleren Fasern der Nervenröhren aus einer dem Muskelfibrin sehr ähnlichen Proteinverbindung, die Markscheide vorzüglich aus Fetten verschiedener Art, und die Hülle aus einer ähnlichen Substanz wie das Sarcolemma. Die graue Substanz enthält vorwiegend einen eiweissartigen Körper, ausserdem noch eine ziemliche Menge von Fett.

Die physiologische Bedeutung des Nervengewebes liegt darin, dass dasselbe einmal die Bewegungen und Empfindungen vermittelt, zweitens auch einen gewissen Einfluss auf die vegetativen Verrichtungen ausübt und drittens den Seelenthätigkeiten als Vermittler dient, bei welchen Verrichtungen allen, nach den bis jetzt ermittelten Thatsachen, das graue Nervengewebe die bedeutungsvollere Rolle spielt, das weisse mehr nur als leitendes Bindeglied zwischen ihm und den Organen dient. — Die Nervenzellen entwickeln sich aus gewöhnlichen Bildungszellen von Embryonen, während die Nervenröhren

z. Th. als Ausläufer von Nervenzellen, z. Th. und zwar an ihren Endigungen durch Verschmelzung embryonaler Bildungszellen von spindel- oder sternförmiger Gestalt sich entwickeln, deren Inhalt bei den markhaltigen Röhren noch eine eigenthümliche Veränderung erleidet, in Folge welcher derselbe in einen mittleren festeren Faden und eine weichere Hülle sich scheidet. Der Stoffwechsel im Nervengewebe muss namentlich in der grauen Substanz sehr lebhaft sein, wie das viele Blut, das derselben zuströmt, deutlich beweist, doch sind die Zersetzungsproducte dieses Gewebes noch wenig bekannt. Die weisse Nervensubstanz erzeugt sich in den Nerven ziemlich leicht wieder, schwieriger im Rückenmark. Zufällige Bildung von Nervenröhren ist in pathologischen Neubildungen beobachtet, ja es scheint selbst im Gehirne *(Virchow)* und im Eierstocke krankhafter Weise eine Bildung grauer Substanz vorkommen zu können.

Die aus der Nervensubstanz zusammengesetzten Organe sind: Die Nervenstränge und Nervenhäute (*Retina*, elektrische Organe der Fische), die Ganglien, das Rückenmark und das Gehirn.

Markhaltige Nervenröhren finden sich bei den meisten Wirbelthieren mit Ausnahme von Petromyzon *(Stannius)* und den Leptocephaliden (ich). Immer kommen neben denselben noch marklose Röhren vor, und zwar meist an denselben Orten wie beim Menschen, ausserdem auch noch an andern, wie in der Haut der Säuger und im elektrischen Organe der Fische. Die Nerven der Wirbellosen enthalten meist nur blasse, marklose Röhren, deren Bau oft ganz an den der embryonalen Fasern höherer Thiere erinnert, namentlich auch was das Vorkommen grösserer, Kerne enthaltender Anschwellungen in den Endausbreitungen betrifft; doch finden sich bei denselben auch Bildungen, die an die markhaltigen Röhren der höheren Geschöpfe erinnern, wie bei den Decapoden *(E. Häckel)* und bei den Insecten (*Leydig*, ich).

Literatur. *G. Valentin*, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven, in *Nov. Act. Natur. Curios. Vol. XVIII. T. I.; Remak, Observ. anatomicae et microsc. de syst. nerv. struct. Berol.* 1838; *A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague* 1844; *R. Wagner*, Neue Unters. über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847 und Neurol. Untersuchungen in Gött. Anz. 1850—54; *Bidder* und *Reichert*, Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847; *Ch. Robin* in *L'Inst.* 1846. *No.* 687—690 und 1848. *No.* 733; *Kölliker*, Neurologische Bemerkungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 135; *Stilling*, Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle, 1856; *E. Faivre, Études sur l'histol. comp. d. syst. nerveux chez quelq. animaux infér. Paris* 1857. 4.; *Lecomte et Faivre, Études s. la const. chimique du syst. nerveux chez la sangsue* in *Gaz. méd.* 1857. *No.* 45; *J. Lister and W. Turner, Some observat. on the structure of the nerve fibres* in *Quart. Journal of microsc. science. Oct.* 1859. *p.* 29; *E. Pflüger*, Ueber ein neues Reagens zur Darstellung des Axencylinders in *Müll.* Arch. 1859. p. 132; *L. Mauthner*, Beitr. z. näh. Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems. Wien 1860; *Turner, On the struct. of nerve fibres*, in *Quart. Journ. of microsc. sc. July* 1860. *p.* 180; *J. Lockhard Clarke, Obs. on the struct. of nerve fibre. Ibidem; Förster*, Ueber das *neuroma verum* in Würzb. med. Zeitschr. Bd. II. S. 103.

Specielle Gewebelehre.

Von der äussern Haut.

I. Von der Haut im engern Sinne.

A. Lederhaut.

§. 34.

Die äussere Haut, *Integumentum commune* (Fig. 47), besteht wesentlich aus einer innern, gefäss- und nervenreichen, in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe gebildeten Lage, der Lederhaut, *Cutis, Derma* (Fig. 47. *c, d*), und einer äussern, einzig und allein aus Zellen zusammengesetzten Schicht, der Oberhaut, *Epidermis* (Fig. 47. *a, b*), und enthält ausserdem noch viele besondere drüsige und hornige Organe.

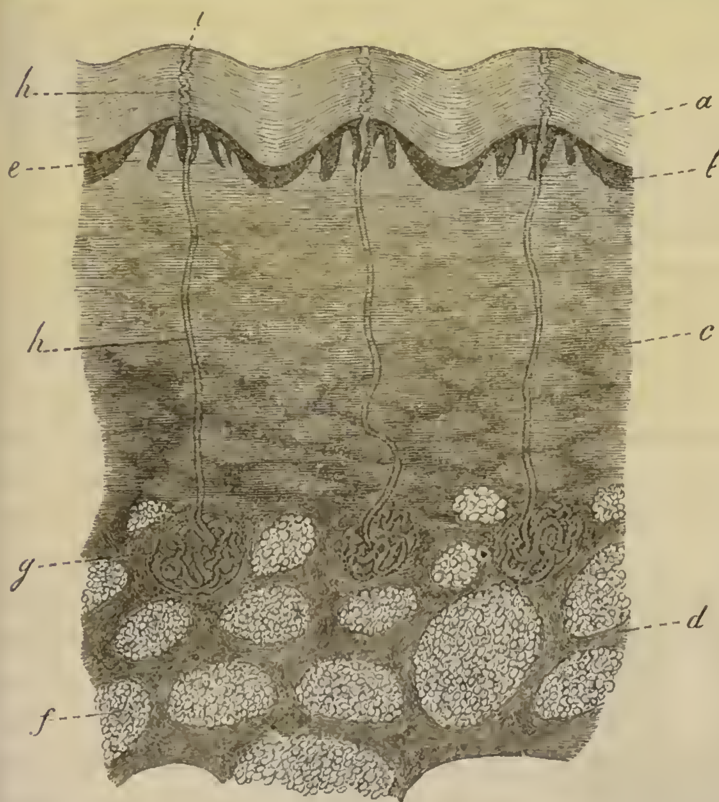


Fig. 47.

Die Lederhaut, *Cutis, Derma*, zerfällt ihrerseits wieder in zwei Schichten, in das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea* (Fig. 47. *d*) und in die eigentliche Lederhaut, *Corium* (Fig. 47. *c*), von denen die letztere durch ihren Gefäss- und Nervenreichthum den wichtigsten Theil der äussern Haut ausmacht.

Fig. 47. Senkrechter Schnitt durch die gesammte Haut der Daumenbeere, quer durch drei Cutisleistchen; Vergrösserung 20. *a.* Hornschicht der Oberhaut, *b.* Schleimschicht derselben, *c. Corium*, *d. Panniculus adiposus* (oberer Theil), *e.* Papillen der Lederhaut, *f.* Fettträubchen, *g.* Schweissdrüsen, *h.* Schweisskanäle, *i.* Schweissporen.

§. 35.

Das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea*, ist eine mässig feste, besonders aus Bindegewebe gebildete Haut, welche an den meisten Stellen des Körpers in besondern Maschenräumen eine beträchtliche Menge von Fettzellen (Fig. 47. *f*) einschliesst und die 1—6‴ dicke Fetthaut, *Panniculus adiposus*, darstellt, an einigen Orten dagegen, wie z. B. am Ohre, den Augenlidern, dem Hodensacke, dem Penis und den Nymphen fettarm oder selbst ganz fettlos sich zeigt und meistens ½—⅔‴ misst. Die innerste Lage des Unterhautzellgewebes, die am Rumpfe und Oberschenkel eine mässig feste, fettlose Binde, die *Fascia superficialis*, darstellt, liegt verschiedenen Theilen, wie Muskelfascien, Knochen- und Knorpelhäuten, Muskeln und tiefen Fettanhäufungen auf und verbindet sich bald lockerer, bald fester mit denselben. Locker ist die Vereinigung am Rumpfe, an den beiden ersten Abschnitten der Glieder, an Hand- und Fussrücken, am Halse, und besonders an den Augenlidern, dem männlichen Gliede, dem *Scrotum* und an der Streckseite von Gelenken, wo oft sogenannte Schleimbeutel der Haut, *Bursae mucosae subcutaneae*, vorkommen, wie am Knie-, Ellenbogen- und den Fingergelenken. Eine straffere Vereinigung zeigt sich, wo sehnige Streifen, Aponeurosen, oder Muskeln in die Haut gehen, daher namentlich am Kopfe, besonders an den Nasenflügeln und Lippen, an Stirn und Schläfen, am Ohr, Mund und Hinterhaupt, an der *Glans penis*, unter den Nägeln, an der Handfläche und Sohle. Die äussere Fläche des Unterhautzellgewebes haftet meist fest an der Lederhaut, namentlich wo Haarbälge in dieselbe sich einsenken, wie am Kopfe, dagegen lässt sich eine mächtigere Fetthaut ziemlich leicht von der Cutis trennen.

§. 36.

Die eigentliche Lederhaut, *Corium*, ist eine derbe, wenig elastische, ebenfalls vorzüglich aus Bindegewebe gebildete Haut, die an den dickeren Stellen zwei, jedoch nicht scharf geschiedene Lagen zeigt, die man als *Pars reticularis* und *papillaris* bezeichnen kann. Die *Pars reticularis corii* bildet die innere Lage der Lederhaut und stellt eine weisse, netzförmig durchbrochene, in ihren tiefsten Lagen manchmal deutlich geschichtete Haut dar, die in besonderen engeren oder weiteren, spärlicheren oder zahlreicheren Maschenräumen die Haarbälge und Drüsen der Haut sammt ziemlich vielem Fett enthält. Die *Pars papillaris corii*, die Wärzchenschicht, ist der grauröthliche äussere, an die Oberhaut stossende Theil der eigentlichen Lederhaut (s. Fig. 47), der in seinem dichten, festen Gewebe den obern Theil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbreitung



Fig. 48.

Fig. 48. Zusammengesetzte Papillen der Handfläche mit 2, 3 und 4 Zacken, 60mal vergr.; *a*. Basis einer Papille; *bb*. die einzelnen Ausläufer derselben; *cc*. Ausläufer von Papillen, deren Basis nicht sichtbar ist.

der Gefässe und Nerven der Haut enthält. Die wichtigsten Theile derselben sind die Hautwärzchen, *Papillae corii* (Fig. 48), welche mit Bezug auf den innern Bau in zwei Arten, die Gefässwärzchen und die Nervenwärzchen, zerfallen. Dieselben sind kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich festgebaute Erhabenheiten der äusseren Fläche der Lederhaut, die meist kegel- oder warzenförmig sind, an gewissen Orten aber auch in mehrere Spitzen auslaufen (zusammengesetzte Wärzchen). Mit Bezug auf die Stellung und Zahl, so sind die Papillen an der Handfläche und der Fusssohle ungemein zahlreich (*E. H. Weber* rechnet auf 1 □''' der *Vola manus* 81 zusammengesetzte oder 150—200 kleinere Papillen; *Meissner* an der Volarfläche der Finger 400) und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen, $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{3}'''$ breiten, $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{6}'''$ hohen Erhabenheiten, den Leisten oder Riffen der Lederhaut, gelagert (Fig. 49), deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weiteren Beschreibung bedarf. Anderwärts stehen die Papillen mehr zerstreut, entweder sehr dicht, wie an den *Labia minora*, der *Clitoris*, dem *Penis*, der Brustwarze, oder etwas zerstreuter, wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen, am *Scrotum*, Hals, Brust, Bauch und Rücken.

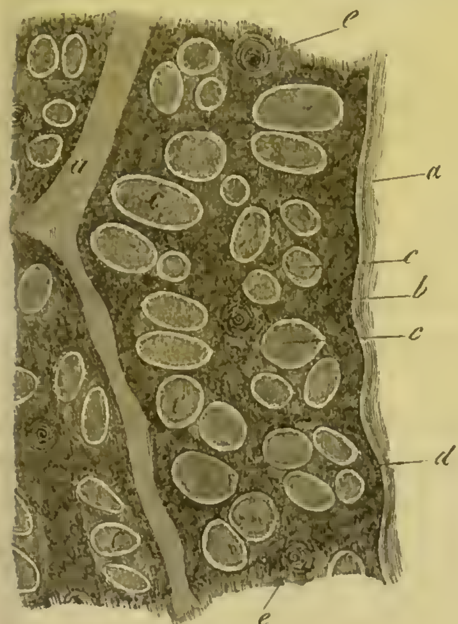


Fig. 49.

Die Grösse der Papillen variirt ziemlich bedeutend und beträgt im Mittel $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{22}'''$. Die längsten von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{20}'''$ finden sich an der Handfläche und Fusssohle, der Brustwarze, dem Nagelbette und den kleinen Schamlippen. Die kürzesten von $\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}'''$ finden sich im Gesicht, namentlich an Augenlidern, Stirn, Nase, Wangen und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust ($\frac{1}{80}$—$\frac{1}{60}'''$), am *Scrotum* und der Basis des *Penis* ($\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}'''$). Die Breite der Papillen ist gewöhnlich drei Viertheile oder die Hälfte der Länge. Die Dicke der eigentlichen Lederhaut geht von $\frac{1}{8}$—$1\frac{1}{2}'''$ und beträgt an den meisten Orten $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}'''$.

Die Lederhaut zeigt in chemischer Beziehung vorzüglich die Eigenschaften des Bindegewebes, welches ihre Hauptmasse bildet. Sie fault schwer, nach Zusatz von Gerbsäure haltenden Pflanzenstoffen (Gerben, Leder) gar nicht, lässt sich leicht trocknen und wird dann gelblich, durchscheinend und

Fig. 49. Flächenschnitt der Fersenhaut durch die Spitzen der Papillen eines ganzen und zweier halben Leistchen, 60mal vergr. Die reihenförmige Anordnung der Papillen, entsprechend den Leistchen der Lederhaut, ist deutlich sichtbar. *a.* Hornschicht der Oberhaut zwischen den Leistchen, die wegen ihres wellenförmigen Verlaufes bei einem Schnitte durch die Spitzen der Papillen mit getroffen wird. *b. Stratum Malpighii* der Oberhaut. *c.* Papillen, welche in mehr als zwei Reihen stehen; da aber immer mehrere derselben auf gemeinschaftlicher Basis sitzen, so sind doch, so zu sagen, nur zwei Reihen zusammengesetzter Papillen da. *d. Stratum Malpighii* zwischen den zu einer gemeinschaftlichen Basis gehörenden Papillen, das, weil weniger dick, etwas heller erscheint. *e.* Schweisskanäle.

steif, aber biegsam und fault nicht mehr. In kochendem Wasser schrumpft sie anfangs zusammen, löst sich dann aber, und zwar nicht bei allen Thieren gleich rasch, und bei jüngern schneller als bei ältern, zu Leim, *Colla,* auf. Bei Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien verhält sie sich wie Bindegewebe.

§. 37.

Die Lederhaut besteht vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe und enthält ausserdem auch Bindegewebskörperchen, glatte Muskeln, Fettzellen, Blutgefässe, Nerven und Saugadern in reichlichster Menge.

Das Bindegewebe besteht aus kleineren, drehrunden oder platten Bündeln oder aus stärkeren Balken und Blättern, die zum Theil netzförmig sich vereinen, zum Theil in zwei oder mehr Richtungen sich kreuzen. Die meisten Bündel verlaufen wagerecht der Oberfläche gleich, doch kommen neben diesen auch senkrecht aufsteigende Züge vor, die namentlich die Gefässe, Nerven, Drüsengänge und Haarbälge begleiten. In der Fetthaut finden sich zwischen den Bindegewebsbündeln viele von Fett erfüllte grössere und kleinere Räume, während in der *Fascia superficialis* und in der Lederhaut der Zusammenhang derselben ein sehr inniger ist und dieselben namentlich in der letztern ein sehr derbes, andeutungsweise geschichtetes Gewebe bilden. — In den Papillen ist der faserige Bau nicht überall deutlich und erscheint statt desselben oft ein mehr gleichartiges Gewebe, das häufig wie von einem einfachen hellen Häutchen begrenzt erscheint, ohne dass jedoch ein solches wirklich sich darstellen liesse.

Die *Bursae mucosae subcutaneae* sind nichts als grössere, einfache oder theilweise getheilte Maschenräume im Unterhautzellgewebe, die besonders an der Streckseite der Gewerbgelenke sich finden. Die innen glatten, aber mit vielen Unebenheiten versehenen Wandungen derselben sind aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet, besitzen kein Epithelium und schliessen etwas klebrige, helle Flüssigkeit ein.

Das elastische Gewebe findet sich fast in allen Theilen der Cutis in reichlicher Menge, doch meist viel spärlicher als das Bindegewebe. Seltener erscheint dasselbe in Form wirklicher elastischer Membranen, die selbst an die dichtesten elastischen Netze der Arterien erinnern, wie in der *Fascia superficialis* des Abdomen und Oberschenkels, gewöhnlicher in Gestalt von lockeren Netzen stärkerer oder feinerer Fasern, wie in der eigentlichen Lederhaut. Nur feine elastische Fasern, oft in ziemlicher Menge, besitzen die Papillen (namentlich die der Fusssohle und auch der Handfläche) und der *Panniculus adiposus,* in welchem letzteren dieselben jedoch zum Theil selbst gänzlich mangeln.

Bindegewebskörperchen finden sich in allen Theilen der Haut selbst bis in die Papillen hinein in bald grösserer, bald geringerer Menge, und zwar vor Allem als netzförmig verbundene spindel- oder sternförmige Zellen zwischen und in den Bindegewebsbündeln oder in der Nähe der Gefässe, Nerven, Drüsen, Haarbälge, oder als die Bindegewebsbündel umspinnende kernlose Fasernetze, an denen die Entstehung aus Zellen nicht mehr zu erkennen ist. Bei Thieren enthalten diese Zellen häufig Farbstoffe,

was beim Menschen ausser in pathologischen Fällen nicht vorzukommen scheint.

Glatte Muskeln kommen meinen Untersuchungen zufolge in der Haut weit verbreiteter vor, als man früher annahm, und zwar 1) im Unterhautzellgewebe des Hodensackes, das denselben den Namen Fleischhaut, *Tunica dartos*, verdankt, des Penis, die Vorhaut inbegriffen, und des vordern Theiles des Mittelfleisches, wo sie mit ihren bis $\frac{1}{3}'''$, selbst $\frac{1}{2}'''$ messenden, gelblichen Bündeln, deren Elemente die im §. 31 geschilderten sind, theils in der Nähe der Gefässe und Nerven, theils mehr vereinzelt im Bindegewebe verlaufen, netzförmig untereinander zusammenhängen und vorzüglich in der Richtung der *Raphe* des Scrotum und der Längsaxe des Gliedes ziehen, jedoch namentlich an letzterem nicht selten mit starken Bündeln auch quer verlaufen. Nach *Treitz* (Prag. Viertelj. 1853. I. p. 113) finden sich an vielen dieser Bündel elastische Sehnen, durch welche sie an die Vorderfläche der Schambeine, das *Lig. suspensorium penis*, die *Fascia superficialis* und *lata* sich anheften.

2) Im Warzenhofe sind die namentlich beim weiblichen Geschlechte entwickelten glatten Muskeln in einer zarten, nach innen bis zur Warze stärker werdenden Schicht kreisförmig angeordnet, und meist durch die Breite ihrer Bündel (bis zu $\frac{1}{3}'''$) und ihre gelbröthlich durchscheinende Färbung schon dem unbewaffneten Auge sichtbar; in der Warze selbst verlaufen dieselben theils kreisförmig, theils senkrecht und vereinigen sich zu einem dichten Netzwerk, durch dessen Maschen die Ausführungsgänge der Milchdrüse ziehen.

3) Endlich habe ich glatte Muskeln noch in den obern Theilen der Lederhaut, und zwar an allen Stellen, wo Haare vorkommen (Fig. 50), in Form von rundlichen, platten, 0,02 bis 0,1 — 0,16''' breiten Bündeln gefunden, die ohne Ausnahme meist zu einem, seltener zu zweien neben den Haarbälgen und Talgdrüsen liegen, von den obersten Theilen des Corium dicht unter der Epidermis entspringen und, indem sie schief von aussen nach innen nach den Haarbälgen zu verlaufen und die Talgdrüsen umfassen, an die ersteren dicht hinter den genannten Drüsen oder nahe an ihrem Grunde sich ansetzen.

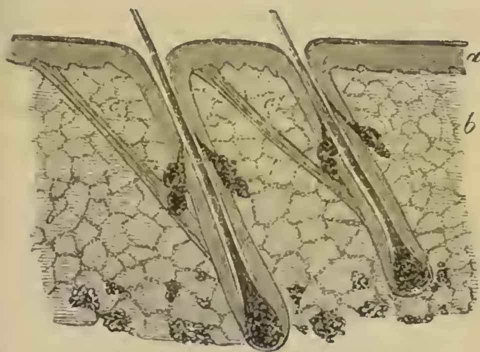


Fig. 50.

Nach *Meissner* ist Behandlung der Papillen mit kaustischem Natron ein Mittel, welches in der Regel die Fasern derselben sehr deutlich vortreten lässt. An solchen Papillen erkennt man auch, dass die Fasern an den Papillenspitzen nicht schlingenförmig in einander umbiegen, sondern vom ersten Drittheile der Länge an mit freien Enden auslaufen. Diese Enden sind nach *Meissner* auch an frischen Papillen zu erkennen, und bedingen hier theils eine feine Zähnelung am Rande der Papillen, theils eine regelmässige Querstreifung derselben, welche letztere jedoch nicht an allen Papillen deutlich ist. Ich sehe diese Zähnelung auch an mit Essigsäure behandelten Papillen sehr deutlich, und halte dieselbe für bedingt durch eine Faltenbildung der äussersten mehr gleichartigen

Fig. 50. Durchschnitt durch die Kopfhaut, mit zwei Haarbälgen. *a.* Epidermis. *b.* Cutis. *c.* Haarbalgmuskeln.

Schicht der Papillen. *Meissner* erklärt die Fasern der Papillen für eigenthümliche, ich sehe jedoch keinen Grund, dieselben vom Bindegewebe zu trennen, da die Papillen in allen chemischen Eigenschaften wie das übrige Corium sich verhalten, namentlich auch beim Kochen bis auf ihre Bindegewebskörperchen und elastischen Elemente sich lösen. — Die Bindegewebsbündel der Lederhaut scheinen in bestimmten Gegenden des Körpers eine ganz bestimmte Anordnung zu besitzen, wenigstens scheint diess aus *C. Langer's* neuesten Untersuchungen (Wien. Sitz. 1861) zu folgen, der fand, dass kleine mit einem drehrunden Werkzeuge gemachte Einstiche in die Haut längliche Spalten erzeugen, deren Richtung in verschiedenen Gegenden verschieden und doch eine gesetzmässige ist.

Ueber die glatten Muskeln der Haut haben in der neuesten Zeit *Eylandt*, *Henle* und *Lister* Mittheilungen gemacht. Die Muskelchen an den Haarbälgen, die *Eylandt Arrectores pili* nennt, werden von diesen Autoren bestätigt, nur finden sie dieselben an gewissen Orten dünner (*Eylandt* von 0,02''', *Henle* von 0,04''', *Lister* von $^1/_{200}$'' in der Kopfhaut, in der Schamgegend dagegen von $^1/_{100}$'', *Moleschott* von 0,04—0,1 Mm.). *Eylandt* sah immer nur Ein Bündel zu einem Haarbalg treten, ebenso *Lister* in der Kopfhaut, wo derselbe noch überdiess die interessante Beobachtung machte, dass die Muskeln ohne Ausnahme an dieselbe Stelle der schief stehenden Haarbälge, und zwar an die untere treten, so dass sie die Haare nicht nur vorzuziehen, sondern auch aufzurichten im Stande sind, und *Henle* sowie *Lister* geben an, dass dieselben nach oben mehrfach bis zu Bündelchen von 0,004''' sich spalten und bis dicht unter die Epidermis in die Papillen zu verfolgen seien. *Lister* fand auch an ihren obern Enden hie und da kürzere und längere Sehnen z. Th. mit viel elastischem Gewebe. An der Oberfläche der Cutis fanden *Huxley* und *Busk* (Uebers. m. Mikr. Anat. I. p. 111) eine durchsichtige, beinahe formlose »Matrix« mit Kernen. — Auch *Virchow* findet in den oberflächlichsten Lagen der Cutis des Nagelbettes (l. i. c.) Kerne, die z. Th. in die helle äusserste Lage hineinreichen, und vielleicht zu Zellen gehören. Ich halte diese Kerne, die ich auch kenne, für den oben erwähnten Bindegewebskörperchen angehörig.

§. 38.

Fettzellen. Der Sitz dieser Zellen ist vorzüglich die Fetthaut. In dieser liegen die Fettzellen nicht in grossen Ausbreitungen beisammen, sondern erfüllen in grösseren oder kleineren Klümpchen die verschiedenartig gestalteten Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 47. *f*). Jedes der dem blossen Auge deutlich begrenzt erscheinenden gelben Klümpchen oder Fettläppchen (auch wohl Fettträubchen) hat eine besondere Hülle von Bindegewebe, in der die der Ernährung der Fettzellen bestimmten Gefässe verlaufen, und besteht entweder aus einem einfachen Haufen von Zellen, oder aus einer, je nach seiner Grösse wechselnden Zahl von kleineren und kleinsten Läppchen, von denen jedes wieder seine eigene zarte Bindehülle hat; nach *Todd* und *Bowman* soll selbst jede Zelle ihre besondere Bekleidung und Gefässe darin besitzen, was jedoch, obschon für manche Fälle richtig, doch nicht in allen vorkommt. In der Lederhaut finden sich die Fettzellen mehr in den tieferen Theilen um Haarbälge herum, fehlen dagegen im *Corpus papillare* gänzlich. Ueberall sind die Fettzellen (Fig. 51) bei nur einigermaassen wohlgenährten Individuen runde oder länglichrunde 0,01—0,06''' grosse, dunkelrandige, mit flüssigem, blassgelbem, einen einzigen Tropfen bildendem Fette erfüllte Zellen mit einem wandständigen, schwer sichtbar zu machenden

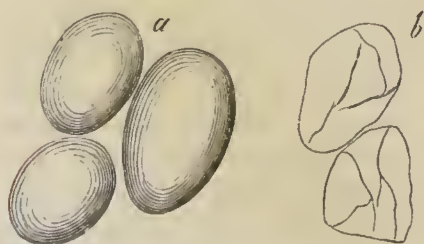


Fig. 51.

Fig. 51. Normale Fettzellen von der Brust, 350mal vergr. *a.* Ohne Reagentien, *b.* nach Behandlung mit Aether, wodurch das Fett ausgezogen wird und die faltige zarte Hülle bleibt.

Kerne (Fig. 52). Bei Magern finden sich dagegen fast keine Zellen dieser Art, sondern mehr oder weniger abweichende Formen und zwar 1) körnige Zellen mit vielen kleinen Fetttröpfchen in weissgelblichen Fetttráubchen:

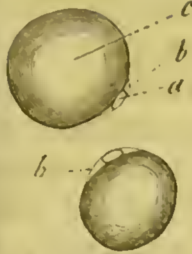


Fig. 52.

2) Serumhaltige Fettzellen, in gelb- oder braunrothen kleinen Fettläppchen, die neben dem mehr oder weniger geschwundenen Fette, das meist in Gestalt einer einzigen, dunkler gefärbten Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthalten und bedeutend kleiner sind als regelrechte Zellen, von 0,01—0,015‴;

3) Fettlose, nur Serum führende Zellen mit deutlichem Kern und zarter oder verdickter Hülle in mehr gallertartigem Fette oder mit den andern untermischt, auch bei Hautwassersucht;

4) Endlich krystallführende Fettzellen, entweder solche, die neben einem Fetttropfen 1—4 Sterne nadelförmiger Fett- (Margarin-)krystalle enthalten oder Zellen, die mit Krystallnadeln ganz gefüllt sind. Die erstern kommen unter andern regelrechten Zellen vor, die letztern nur in weissem Fette. Nach Dr. *Roscher* aus Norwegen lassen sich solche Krystalle in allen oder fast allen Fettzellen künstlich erzeugen, wenn man dieselben trocknet, und ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Krystalle, die man in Leichen findet, erst nach dem Tode sich gebildet haben. *Robin* und *Verdeil* sahen Margarinkrystalle auch in den Fettaugen warmer Milch beim Erkalten sich bilden (*Chim. anat. tab. XLV. fig. I. K. L.*).

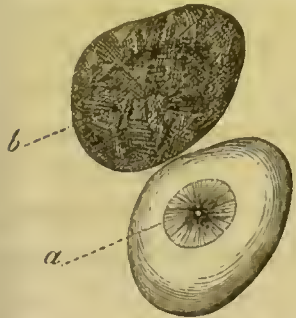


Fig. 53.

Die Septa der Fettklümpchen der Fusssohle bestehen nach *Dursy* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VI. p. 339) aus zwei Platten, die an den Berührungsflächen stellenweise mit Epithel bekleidet sind.

§. 39.





Fig. 54.

Gefässe der Haut. Schon im Unterhautzellgewebe geben die in die Haut eintretenden Arterien viele Aestchen an die Haarbälge (s. unten), die Fetttráubchen und die glatten Muskeln ab, die grösstentheils weitmaschige, seltner, wie namentlich in den Fetttráubchen, etwas engere Netze feiner Capillaren bilden (Fig. 54). Höher oben versorgen sie die Schweiss- und Talgdrüsen (s. unten), bilden in den innern

Fig. 52. Zwei Fettzellen aus dem Marke des *Femur* des Menschen. *a.* Kerne, *b.* Zellmembran, *c.* Fetttropfen. 350mal vergr.

Fig. 53. Fettzellen mit Margarinkrystallen, 350mal vergr. *a.* Zelle mit einem Stern von Krystallnadeln, wie sie nicht selten in normalem Fette sich finden. *b.* Mit Krystallen ganz erfüllte Zelle aus weisslichen Fettklümpchen Abgemagerter.

Fig. 54. Gefässe der Fettzellen. *A.* Gefässe eines kleinen Fetttráubchens, 100mal vergr. *a.* Arterie. *b.* Vene. *B.* Drei Fettzellen mit ihren Capillaren, mehr vergr.; nach *Todd* und *Bowman.*

Theilen der Lederhaut *(Pars reticularis)* ebenfalls, jedoch nicht viele Endausbreitungen und dringen endlich bis in die äussersten Theile der Papillarschicht und in die Papillen selbst, um sich hier in ein dichtes engmaschiges Netz von Capillaren aufzulösen. Dasselbe besteht überall, wo Papillen vorhanden sind, aus zwei Theilen, einmal aus einem wagerechten, unmittelbar unter der von der Oberhaut bedeckten Fläche liegenden Geflechte mit weiteren Maschen stärkerer Gefässe von 0,01—0,005‴ und engeren solchen von Capillaren von 0,003—0,005‴, und zweitens aus vielen einzelnen, nach aussen sich erhebenden Schlingen von feineren oder gröberen Gefässchen (von 0,003 — 0,004‴ an den meisten Orten, von 0,004—0,01‴ und mehr an der *Planta pedis* und *Vola manus* nach *Meissner*), welche die Papillen versorgen. Gewisse Ausnahmen (s. §. 43) abgerechnet, besitzen nur die Gefässwärzchen solche Capillargefässschlingen (Fig. 55), und zwar einfache Eine, ästige Papillen mehrere, welche mehr in ihrer Mitte oder der Oberfläche näher bis zur Spitze derselben sich erstrecken, und hierbei mit ihren Schenkeln entweder leicht geschlängelt oder stark gekrümmt oder selbst spiralig um einander gedreht verlaufen.

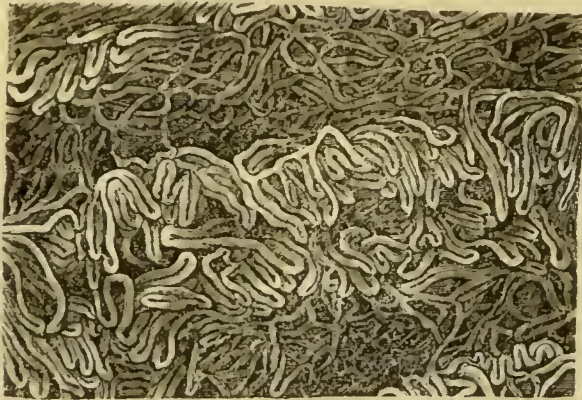


Fig. 55.

Die grösseren Stämme der Lymphgefässe sind im Unterhautzellgewebe sehr leicht zu erkennen und sehr zahlreich. In der Lederhaut selbst haben verschiedene Anatomen, *Haase, Lauth, Fomann* u. A., in neuester Zeit auch *Teichmann* (Das Saugadersystem. 1861), durch Einspritzungen von Quecksilber und von gefärbten Massen *(Teichmann)* die Lymphgefässe dargestellt. Alle stimmen darin überein, dass dieselben in den äussersten Theilen derselben ein dichteres Netz feiner Gefässchen, nach *Krause* (l. c. p. 111) von $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{20}$‴, nach *Teichmann* von 0,018—0,054 Mm. bilden, das in der Tiefe in ein weitmaschiges Netz stärkerer Gefässe übergeht. *Teichmann* ist es gelungen nachzuweisen, dass von dem feineren Netze an einzelnen Stellen, wie besonders an der Hand und am Fusse, auch in die Papillen Lymphgefässchen eindringen, die in der halben Höhe derselben oder etwas darüber blind enden. Das feine Netz und diese Ausläufer stellen nach *Teichmann* die wahren Anfänge dieser Gefässe dar. Das erstere liegt, obschon sehr oberflächlich, doch tiefer als die feinsten Blutcapillaren und so, dass, wo die *Cutis* Furchen besitzt, seine Hauptäste besonders in diesen verlaufen. Das tiefere Netz, dessen Gefässe 0,094—0,144 Mm. messen *(Teichmann)* liegt in der untersten (innersten) Schicht des *Corium* und steht meist durch schräge Aeste mit dem äusseren Netze in Verbindung. Klappen beginnen erst in den Stämmen, die vom tieferen Netze entspringen und bald ins Unterhautbindegewebe zu liegen kommen, in welchem letzteren, mag dasselbe Fettzellen enthalten oder nicht, nach *Teichmann* keine selbständigen Lymphgefässe

Fig. 55. Gefässe der Papillen eines ganzen und zweier halben Cutisleistchen nach *Berres*.

sich finden. Ebenso besitzen nach diesem Schriftsteller auch die Schweiss- und Talgdrüsen und die Haarbälge keine Lymphgefässe.

§. 40.

Nerven. Die Haut ist einerseits in ihren an die Epidermis angrenzenden Theilen, an gewissen Orten namentlich, eines der nervenreicheren Gebilde des menschlichen Organismus, während auf der andern Seite ihre tieferen Gegenden im Allgemeinen durch Armuth an Nerven sich bemerklich machen. Im *Panniculus adiposus* und der *Fascia superficialis* kennt man annoch keine Nerven als diejenigen, welche allmählich sich verästelnd durch diese Theile hindurch zur Lederhaut treten oder an den Haaren, Drüsen, glatten Muskeln und *Pacini*'schen Körperchen sich finden, von denen noch weiter die Rede sein soll. In der Lederhaut selbst steigen die durch die Maschenräume der innern Fläche eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung, jedoch ohne wirkliche Endausbreitungen zu bilden, allmählich gegen die *Pars papillaris* herauf. Hier bilden sie unter den Papillen durch vielfache Verbindungen reichere oder ärmere Endnetze, an welchen man deutlich tiefere und oberflächlichere Theile, erstere aus feinen, noch mehrere Primitivfasern haltenden Zweigen mit weiteren Maschen, letztere aus einfachen oder zu zweien verlaufenden Fasern und engeren Zwischenräumen unterscheidet. In diesem letzten oder dem feinen Endnetze kommen dann auch (ob bei allen Fasern ist noch unentschieden) beim Menschen wie bei Thieren wirkliche Theilungen der Nervenprimitivfasern vor, so dass dieselben meist unter spitzen Winkeln in zwei sich spalten und aus dem Plexus selbst treten endlich, wenigstens an gewissen Orten, eine bis vier Nervenfasern hervor, um in ganz bestimmter Weise in den Papillen zu enden.

Die Elemente der Nerven der Haut zeigen keine besondern Eigenthümlichkeiten. Ihr Durchmesser beträgt in den Stämmchen des Unterhautzellgewebes noch zum Theil bis 0,005 und 0,006‴, ebenso in den untersten Theilen der Lederhaut, während sie nach oben zu alle nach und nach feiner werden. In den Endnetzen finde ich dieselben, je nach den verschiedenen Gegenden, von 0,003 bis 0,0016‴ schwankend, in den Papillen endlich von 0,0008 bis 0,002‴. An Hand und Fuss schwanken die feinsten Fasern zwischen 0,0012—0,002‴, an der *Glans penis* dagegen, an den Lippen und der Nase nur zwischen 0,0008—0,0012‴.

Das eigentliche Ende der Hautnerven ist durch die Untersuchungen der neuern Zeit in mehrfachen wichtigen Beziehungen aufgeklärt worden, immerhin fehlt noch viel an einer genauen Einsicht in alle Verhältnisse. Nach Allem, was wir wissen, finden sich mehrfache Endigungsweisen der Hautnerven, und zwar erstens an den besonderen Organen der Haut, als da sind: die Drüsen, die glatten Muskeln, die Haare und die *Pacini*'schen Körperchen, und zweitens in den oberflächlichen Hautlagen selbst in den Tastkörperchen, den Endkolben von *Krause* und frei in der Haut an der Wurzel der Papillen. Von diesen Nervenenden haben die meisten mit Ausnahme der zwei ersten auf die Verrichtung der Haut als Gefühlsorgan Bezug und lassen sich diese wieder füglich in zwei Abtheilungen bringen, und zwar in diejenigen, die in besondern kleinen Gefühlsorganen statthaben, die *W. Krause* mit dem allgemeinen Namen Terminalkörperchen bezeichnet, und zweitens in andere, die

keine besondere Einrichtung zeigen, wie die Nerven der Haare und der Hautoberfläche selbst.

§. 41.

Gefühlskörperchen oder Terminalkörperchen. Die Haut und die sensiblen Schleimhäute zeigen an bestimmten Orten ganz besondere Nervenendigungen, welche, obschon in manchen Einzelnheiten verschieden, doch alle darin übereinzustimmen scheinen, dass die Nerven im Innern eigenthümlicher aus Bindegewebe gebildeter Körperchen, die als umgewandelte Theile der Nervenscheiden zu betrachten sind, frei enden. Von diesen Einrichtungen kamen gerade die zusammengesetztesten, nämlich die *Pacini*'schen Körperchen, am frühesten zur Kenntniss der Mikroskopiker, dann folgte die Entdeckung der sogenannten Tastkörperchen durch *Meissner* und *Wagner*, endlich die der einfachsten Bildungen dieser Art, der Endkolben, durch *W. Krause*. Die wesentlichen Bestandtheile aller dieser Bildungen sind 1) die Nervenendfasern (Terminalfasern, *Krause*), bestehend aus einer oder mehreren blassen Nervenfasern, die immer frei enden und am Ende häufig knopfförmig angeschwollen sind; 2) der Innenkolben, *Krause*, eine helle feinkörnige, in gewissen Fällen Kerne enthaltende Lage einfacher Bindesubstanz, die die Nervenfasern scheidenartig umhüllt oder als Träger derselben dient, und 3) eine Hülle von gewöhnlichem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen. Die Abweichungen der verschiedenen Arten der Gefühlskörperchen hängen namentlich von der mannichfachen Gestaltung der letztgenannten Schicht ab, doch zeigen auch die andern Bestandtheile Verschiedenheiten, die in der folgenden genaueren Schilderung im Einzelnen werden dargestellt werden.

Nachdem schon von *R. Wagner* und *Leydig* auf die Aehnlichkeit der *Pacini*'schen Körperchen und der Tastkörperchen aufmerksam gemacht worden war, hat *W. Krause* nach Auffindung der Endkolben alle Gefühlskörperchen der Haut und der Schleimhäute als wesentlich übereinstimmende Gebilde bezeichnet und die einzelnen Theile derselben in einer, wie auch ich glaube, treffenden Weise aufeinander zurückgeführt.

§. 42.

Endkolben oder *Krause*'sche Körperchen. Obschon die Endkolben bei den höheren Säugethieren und beim Menschen vor Allem in den sensiblen Schleimhäuten sich finden, so ist es doch ihrer Verwandtschaft mit den andern Gefühlskörperchen wegen das Zweckmässigste, sie gleich hier mit abzuhandeln.

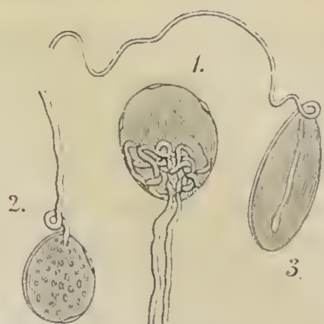


Fig. 56.

In ihrer einfachsten und zugleich bezeichnenden Gestalt sind die Endkolben rundliche oder längliche Körperchen, an denen eine zarte Bindegewebshülle mit Kernen, ein heller kernloser Innenkolben und eine in der Mitte desselben verlaufende blasse Ner-

Fig. 56. Drei *Krause*'sche Körperchen aus der *Conjunctiva* des Menschen, mit Essigsäure. Vergr. 300; nach einer Zeichnung von *Lüdden*. 1. Rundes Körperchen mit zwei Nervenfasern, die im Innern einen Knäuel bilden. Ausserdem sind Theile von zwei blassen Nervenfasern im Innern sichtbar. 2. Rundliches Körperchen mit einer Nervenfaser und Fettkörnchen im Innenkolben. 3. Längliches Körperchen mit deutlicher Endfaser. An allen drei Körperchen ist die Hülle sichtbar, die bei 1. 2. auch Kerne zeigt.

venendfaser zu unterscheiden sind (Fig. 56), und gleichen solche Endkolben fast ganz und gar den innersten Theilen der *Pacini*'schen Körperchen. Es ist jedoch zu bemerken, dass ausser dieser Form noch mannichfache andere vorkommen, von denen die meisten Zwischenstufen zwischen derselben und den Tastkörperchen darstellen, so dass es im einzelnen Falle oft schwer ist zu sagen, zu welcher Unterart von Gefühlskörperchen ein beobachtetes Gebilde gehört. Wenn nämlich für die Tastkörperchen bei einer Zusammensetzung aus denselben drei Theilen 1) die grosse Zahl und der quere Verlauf der Kerne der Bindegewebshülle, 2) der mehr quere und oberflächliche Verlauf der Nerven, sowie die zahlreichen Windungen derselben, 3) die meist grössere Zahl der eintretenden Nervenfasern und 4) die bedeutendere Grösse bezeichnend sind, so kommen Anklänge an alle diese Verhältnisse auch bei den *Krause*'schen Körperchen vor und ergibt sich so die Unmöglichkeit, die beiderlei Bildungen scharf zu trennen, um so mehr als auch bei den Tastkörperchen einfachere Formen sich finden. Nichtsdestoweniger erscheint es nach dem Vorgange von *W. Krause* zweckmässig, Endkolben und Tastkörperchen auseinander zu halten, da die scharf ausgeprägten Formen beider so zu sagen nie in einem und demselben Organe mit einander vorkommen.

Die genaueren Verhältnisse nun der *Krause*'schen Körperchen sind folgende. Beim Menschen wurden dieselben zuerst von mir und zwar in den Papillen des rothen Lippenrandes, den *Papillae fungiformes* der Zunge und in der Haut der *Glans penis et clitoridis* aufgefunden, jedoch, da die ächten Endkolben damals noch unbekannt waren, als unentwickelte Tastkörperchen gedeutet. Im Jahre 1858 entdeckte dann *W. Krause* die wahren einfachen Endkolben, stellte die Körperchen der genannten Orte zu denselben und wies ausserdem solche noch nach in der *Conjunctiva*, in den Schleimhautfalten unter der Zunge, unter den *Papillae filiformes*, im weichen Gaumen. Die Endkolben des Menschen sind in ihrer überwiegenden Mehrzahl annähernd kugelrund, doch haben *Krause* in zwei und *Lüdden* in einem Falle in der *Conjunctiva* auch längliche wie bei Thieren gefunden. Die Grösse schwankt zwischen 0,01—0,045‴, und was den Bau anlangt, so ist besonders das Verhalten der Nerven bemerkenswerth, welche häufig zu zwei, ja selbst zu dreien in die Körperchen eintreten. Auch wenn nur Eine dunkelrandige Nervenfaser zu einem Endkolben geht, so theilt sich dieselbe häufig noch kurz nach dem Eintritte in zwei oder drei Endfasern. Erwähnenswerth sind ferner bald stärkere, bald schwächere Knäuelungen, welche die dunkelrandigen Fasern an der Eintrittsstelle zeigen, die in einzelnen Fällen so stark sind, dass sie an die von



Fig. 57.

Fig. 57. Endkolben aus der *Conjunctiva* des Kalbes, mit Essigsäure. Vergr. 300. Nach einer Zeichnung von *Lüdden*. 1. Ende einer Nervenfaser mit ihrem Kolben. 2. Doppelte Theilung einer Nervenfaser mit zwei Endkolben. *a*. Hülle der Endkolben. *b*. Innenkolben. *c*. Blasse Nervenfaser.

Gerber und mir beschriebenen Nervenknäuel der Lippen und die von mir aufgefundenen ähnlichen Bildungen der *Conjunctiva*, die auch *Krause* sah, erinnern. Die blassen Endfasern verlaufen meist auch etwas geschlängelt und zeigen in gewissen Fällen stärkere Biegungen, doch kommen dieselben beim Menschen, ausser in ganz frischen Theilen, im Ganzen nur selten zur Anschauung. — Von den übrigen Theilen ist vom Menschen nur das zu sagen, dass die Bindegewebshülle ziemlich zahlreiche länglich runde Kerne enthält, sowie dass der Innenkolben meist dunkle, durch Natron sichtbar zu machende, Fettkörnchen ähnliche Gebilde enthält.

Lage und Zahl betreffend, so finden sich die *Krause*'schen Körperchen in der ganzen *Conjunctiva scleroticae* bis zur Umschlagsstelle, sowie an der *Plica semilunaris* und zwar dicht unter der obersten Bindegewebslage unweit vom Epithel. Die Nerven, an denen die hier einfacheren Körperchen sitzen, bilden wie überall ein tieferes Geflecht und geben dann einzelne feine Stämmchen gegen die Oberfläche ab, die, immer noch sich verflechtend und zahlreiche Theilungen ihrer Nervenröhren darbietend, schliesslich an die Endkolben treten. So fand *Krause* beim Kalbe in einem Raume von etwa $1\frac{1}{2}'''$ Länge und $\frac{1}{2}'''$ Breite Eine Primitivfaser, die durch wiederholte Theilungen 10 Endäste bildete und in ebenso vielen Körperchen endete. Beim Menschen berechnet *Krause* aus einem Falle, in dem $40\square'''$ untersucht wurden, im Mittel 2 Endkolben auf eine Quadratlinie, doch ist die Menge dieser Organe in den einzelnen Theilen dieser Haut so wechselnd, dass diese Zahlenbestimmung vorläufig auf keine allgemeine Geltung Anspruch machen kann; dagegen möchte es allerdings richtig sein, wenn *Krause* annimmt, dass alle Nervenfasern der *Conjunctiva* in solchen Körperchen enden, indem man in der That überall, wo es gelingt, eine Faser genau zu verfolgen, schliesslich auf einen Endkolben stösst. In den Lippen finden sich die *Krause*schen Körperchen, die jedoch hier auch Uebergangsformen zu den Tastkörperchen zeigen, theils in den Spitzen, theils mehr in der Mitte und selbst an der Wurzel von Papillen, die, wie ich gezeigt habe, alle auch Blutgefässe enthalten. Am Boden der Mundhöhle verhalten sie sich wie in der *Conjunctiva*, am weichen Gaumen sitzen die Körperchen unter den Papillen, selten in der Mitte der Papillen. An der Zunge finden sich die *Krause*'schen Körper-

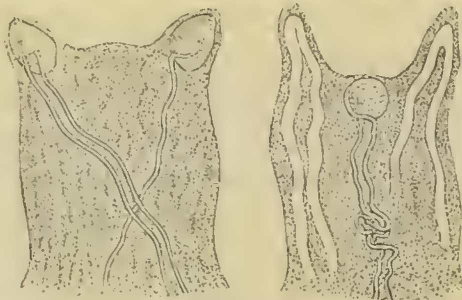

Fig. 58.



Fig. 59.

Fig. 58. Zwei Lippenpapillen des Menschen mit Essigsäure behandelt, die eine mit 1, die andere mit 2 *Krause*'schen Körperchen. In einer Papille zwei Capillarschlingen, in der andern die Gefässe nicht sichtbar. Vergr. 350.

Fig. 59. Eine *Papilla fungiformis* des Menschen mit Essigsäure behandelt, 350mal vergr. In der Mitte der Spitze zwischen den einfachen Wärzchen zwei *Krause*'sche Körperchen. *a a* Nerven der Papille.

chen zu einem oder zweien in den Spitzen der *Papillae fungiformes* unterhalb der einfachen Wärzchen und unter den *Papillae filiformes*, an der *Glans penis* und *clitoridis* endlich liegen sie tief unter den Papillen und haben eine festere Bindegewebshülle.

Den *Krause*'schen Körperchen ist von Seiten der Mikroskopiker noch wenig Berücksichtigung zu Theil geworden, indem bis jetzt einzig *Frey* (Histol. 386) das Vorkommen derselben in der *Conjunctiva* des Kalbes bestätigt hat. Auf meine Aufforderung hat einer meiner Zuhörer, Herr *Lüdden*, sich an die Untersuchung dieser Gebilde gemacht, wobei sich *W. Krause's* Angaben als vollkommen richtig herausstellten. *Lüdden* sah die Körperchen beim Menschen, dem Kalbe, der Maus (Haut), dem Kaninchen (Haut). Nach *W. Krause's* ausführlichen, wenn auch nicht abschliessenden Untersuchungen finden sich Endkolben bei vielen Säugethiergattungen aus den Abtheilungen der *Quadrumana, Carnivora, Glires, Multungula, Solidungula* und *Ruminantia* und zwar vor Allem in der *Conjunctiva*, den Lippen, der Mundschleimhaut. In der *Glans penis* sind sie gesehen beim Igel und Stiere, in der *Glans clitoridis* bei der Kuh und beim Schweine, an der Volarfläche der Zehen oder Füsse beim Maulwurfe, der Katze, dem Meerschweinchen und Eichhörnchen, in der Haut des Bauches bei der Maus, in der Zunge beim Rinde und nach *Corti* auch beim Elephanten. Bei allen diesen Thieren sind die *Krause*'schen Körperchen länglich oder länglich rund, mit Ausnahme der Affen, bei denen, wie beim Menschen, vorwiegend rundliche Formen sich finden.

Den Endkolben ähnliche Bildungen finden sich in den Papillen des Daumenballens männlicher Frösche. Ob auch die von mir in der Haut von Fischen (*Stomias* und *Chauliodus*) beschriebenen mit Nerven verbundenen Körperchen hierher gehören, werden fernere Untersuchungen zu lehren haben. (S. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IV. 1853. p. 366. und Würzb. Verhandl. Bd. VIII. Heft 1. 1857. p. 28—31.)

§. 43.

Tastkörperchen. Nach einer im Jahre 1852 von *Meissner* und *Wagner* gemachten Entdeckung finden sich in den Papillen der Handfläche und Fusssohle, zu denen später noch andere Gegenden dazu kamen, eigenthümliche Nervenendigungen in besonderen Körperchen, über deren Bau, trotz vielfacher Untersuchungen, die Ansichten der verschiedenen Beobachter immer noch nicht übereinstimmen.

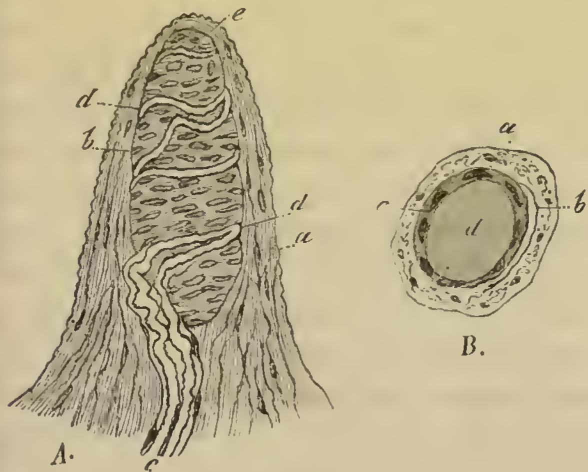


Fig. 60.

Diese Körperchen oder die Tastkörperchen sind meist länglich runde oder längliche Gebilde von $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{30}'''$ mittlerer Länge (in der *Vola manus* beträgt ihre Länge $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{20}'''$, die Breite $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{50}'''$, an der Ferse sind sie $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{30}'''$ lang und breit und am Rücken der Finger $\frac{1}{60}$—$\frac{1}{70}'''$ lang und breit), an

Fig. 60. *A.* Längenansicht einer Papille der Haut, *a.* Rindenschicht derselben mit Saftzellen und feinen elastischen Fasern, *b.* Tastkörperchen mit seinen queren Kernen. *c.* Zutretendes Nervenstämmchen mit kernhaltigem Neurilem. *d.* Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. *e.* Scheinbares Ende einer solchen. *B.* Eine Papille von oben, so dass die Mitte im scheinbaren Querschnitt gesehen wird. *a.* Rindenschicht der Papille mit Saftzellen. *b.* Nervenfaser. *c.* Kernhaltige Hülle. *d.* Tastkörperchen. *e.* Innere feingranulirte Substanz desselben. Vom Menschen. 350mal vergr. Mit Essigsäure.

denen, wie bei den *Krause*'schen Körperchen, ein Innenkolben, eine Hülle und die zutretenden Nervenfasern zu unterscheiden sind. Der Innenkolben besteht aus einer gleichartigen hellen Bindesubstanz, an der ausser hie und da sichtbaren feinen Körnchen keine weitern Formbestandtheile zu unterscheiden sind. Umgeben wird derselbe von einer Hülle von Bindegewebe, die nach Essigsäurezusatz eine grosse Zahl querstehender länglicher Kerne zeigt, die vielleicht alle ebenso gestellten Zellen angehören, welchen der Werth von Bindegewebskörperchen zuzuschreiben wäre. Nervenfasern treten meist zu 1—2, auch wohl 3 und 4 in die Papillen mit solchen Körperchen ein und laufen an den letztern entweder gerade, oder in schraubenförmigen Linien sie umgebend, in die Höhe, um, wie es scheint, in den meisten Fällen im Innern der Körperchen, und zwar in den oberflächlichen Theilen des Innenkolbens mit blassen Endfasern frei auszugehn.

Das Verhalten der Tastkörperchen zu den Papillen anlangend, so finden sich dieselben meist in besondern Wärzchen, die keine Gefässe enthalten, so dass man, wie schon angegeben, die Hervorragungen der Cutis nicht mit Unrecht in Gefäss- und Nervenwärzchen eintheilen kann, doch gibt es auch seltene Fälle, in denen eine einfache Papille ein Tastkörperchen und eine Capillarschlinge zusammen enthält. In der Hand sitzen die Tastkörperchen besonders in den zusammengesetzten Wärzchen zu einem oder zweien und zwar immer je ein Körperchen für sich in einer selbständigen, mehr oder weniger hervortretenden, meist kürzeren, manchmal längeren Spitze, seltener in einfachen Papillen, wie diess an den andern Orten Regel ist. Die Lage in den Papillen selbst ist so, dass sie der Spitze derselben meist nahe, oft sehr nahe stehen und in der Breite die Hälfte oder drei Viertheile des Raumes der Papille einnehmen, ja dieselbe manchmal fast ganz erfüllen.

Papillen mit Tastkörperchen sind bis jetzt beim Menschen an der Handfläche, der Fusssohle, dem Handrücken und Fussrücken (*Meissner*, *Wagner* und viele Andere), ferner an der Brustwarze (ich, *W. Krause*) und der Volarfläche des Vorderarms (*W. Krause*) gefunden. Bei Säugethieren fanden sie *Meissner* und *W. Krause* bei Affen in der *Vola manus* und *Planta pedis*, bei zwei Gattungen auch in den Lippen, vermissten dieselben dagegen bei zahlreichen Gattungen aus andern Abtheilungen, bei denen sie, wenigstens z. Th. durch Endkolben ersetzt werden. — Die Zahl anlangend, so sind sie beim Menschen an der Handfläche am zahlreichsten, vor Allem an den Fingern. *Meissner* fand an der Fingerbeere des Zeigefingers eines Mannes auf 1 □‴ 400 Papillen und darunter 108 mit Tastkörperchen, so dass mithin auf 4 Wärzchen ein Nervenwärzchen kam; auf 1 □‴ des zweiten Gliedes standen 40 Körperchen, am ersten Gliede 15, in der Haut des Kleinfingerballens 8. An der Plantarfläche des Nagelgliedes der grossen Zehe traf derselbe Untersucher 34 Körperchen auf 1 □‴, in der Mitte der Fusssohle nur 7—8. An der Volarfläche des Vorderarms sind nach *W. Krause* die Tastkörperchen äusserst selten und berechnet derselbe nach einer sehr mühevollen und doch nicht ganz genügenden Untersuchung von im Ganzen 150 □‴ Haut dieser Gegend bei 16 Individuen, dass *in minimo* auf etwa 7 □‴ Ein Tastkörperchen kommt. Auch am Hand- und Fussrücken und an der Brustwarze bei beiden Geschlechtern sind die Körperchen spärlich, doch besitzen wir über ihre Häufigkeit an diesen Theilen keine näheren Angaben. Bei allen den letztgenann-

ten Theilen sind übrigens die Körperchen klein, wenig entwickelt und gewissen Formen der Endkolben ähnlich.

Trotz vielfacher Untersuchungen herrscht doch noch keine Uebereinstimmung mit Bezug auf den feinern Bau der Tastkörperchen. Nur über den Innenkolben derselben, den ich zuerst als einen Strang einfacher Bindesubstanz beschrieb, während *Wagner* und *Meissner* abweichende Darstellungen gegeben hatten, möchten jetzt, da auch *W. Krause* meiner Auffassung Beifall gezollt hat, wohl alle neuern Beobachter übereinstimmen. Immerhin will ich noch einmal hervorheben, dass auch Papillen ohne Nerven und ohne Tastkörperchen manchmal einen innern Strang einfacher Bindesubstanz enthalten (s. Zeitschr. f. w. Zool. IV. Tab. II. Fig. 15, 16), was besser als alles Andere zeigt, dass der Innenkolben der Tastkörperchen an und für sich nicht als eine ganz besondere Bildung aufzufassen ist. — Die Hülle des Innenkolbens anlangend, die ebenfalls von mir zuerst beschrieben wurde, so hält der neueste Untersucher *W. Krause* immer noch an der Ansicht von *Meissner* fest, dass die queren Streifen derselben vor Allem von Nervenfasern herrühren, obgleich ich schon längst gezeigt habe, dass es querstehende Kerne sind, die dieselben bedingen. Dass ausserdem auch die querverlaufenden Nervenfasern oft in ziemlicher Anzahl sich finden, ist sicher, allein dieselben sind nicht die Hauptursache der Querstreifung, wovon man an jedem Essigsäurepräparate leicht sich überzeugen kann. Zum Ueberflusse hat *Gerlach* die fraglichen Kerne auch noch durch Färbung mit Carmin als solche erwiesen. Diese Kerne gehören wahrscheinlich alle Zellen an, die den Werth von Bindegewebskörperchen haben würden, doch hat sich diess bis jetzt noch nicht mit hinreichender Bestimmtheit feststellen lassen, ebenso wenig wie die andere Frage, ob die zwischen denselben gelegenen Theile fibrilläre oder einfache Bindesubstanz sind. — Das Verhalten der Nerven zu den Körperchen anlangend, so habe ich schon in der 2. Auflage dieses Werkes (S. 109) angegeben, dass dieselben in der ungeheuren Mehrzahl der Fälle in der halben Höhe der Tastkörperchen oder gegen die Spitze derselben dem Blicke sich entziehen, d. h. mit einem Male blasser werdend wie abgebrochen enden. Jetzt, wo die schönen Untersuchungen *W. Krause's* über die verhältnissmässig leicht zu bestätigenden freien Nervenenden im Innern der Endkolben dazu gekommen sind, hiesse es aller Wahrscheinlichkeit Hohn sprechen, wollte man läugnen, dass, wie namentlich *Meissner* und *Krause* diess annehmen, die Nerven wirklich in den Körperchen enden. Immerhin muss ich in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam machen. Erstens kann nach dem oben über die Kerne der Körperchen Bemerkten auch nicht von Ferne davon die Rede sein, alle oder auch nur die Mehrzahl der Querstreifen, die nach Zusatz von Essigsäure sichtbar sind, auf Nervenfasern zu beziehen. — Zweitens scheint es, dass die Nerven doch mehr in den oberflächlichen Theilen der Körperchen enden und nie die Mitte derselben durchlaufen, wie in den ächten *Krause*'schen Körperchen, ja es möchten die umspinnenden noch dunkelrandigen Nervenfasern, wie sie z. B. die Fig. 60 wiedergibt, selbst an der äussern Oberfläche der Körperchen liegen, was physiologisch doch wohl nicht ohne Belang ist. — Drittens habe ich keinen Grund, an der Richtigkeit der von mir früher beschriebenen und abgebildeten Nervenschlingen in einzelnen Papillen zu zweifeln. Höchst wahrscheinlich wird sich der scheinbare Widerspruch zwischen diesen Erscheinungen und denen von *Meissner* und *W. Krause* dadurch lösen, dass sich ergibt, dass in solchen Fällen die Nerven in Tastkörperchen anderer benachbarter Papillen enden. Vielleicht wurden auch durch Theilung entstandene Aeste für die Tastkörperchen, an denen die Schlingen wahrgenommen wurden, von mir übersehen. Die Annahme eines Vorkommens von dunkelrandigen wirklichen Endschlingen, die zuerst durch *Henle's* und meine Erfahrungen über die *Pacini*'schen Körperchen erschüttert wurde, habe ich schon lange als sehr zweifelhaft bezeichnet; auf der andern Seite ist das Vorkommen von Nervenschlingen selbst in Hautpapillen (man denke an die Nervenknäuel in Lippenpapillen [s. meine Abh. l. c. Fig. 14]) nicht zu bezweifeln. — Viertens endlich hebe ich auch hier wieder hervor, dass Papillen mit Nerven, aber ohne Tastkörperchen von mir gesehen wurden in der Handfläche (sehr selten), der Fussohle (häufiger), in den Lippen (sehr häufig) und in der Zunge, was mithin beweist, dass die Endigung der sensiblen Nerven in Gefühlskörperchen doch nicht die einzig vorkommende ist.

§. 44.

Pacini'sche oder *Vater*'sche Körperchen. Mit diesem Namen bezeichneten *Henle* und ich von dem Florentiner *Pacini* zuerst genauer beschriebene kleine Organe namentlich an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, die allerdings, wie *Langer* in Wien später nachwies, schon von dem Deutschen *A. Vater* gesehen (s. *J. G. Lehmann's Diss. de consensu partium corp. hum., expos. simul nerv. brach. et crur. coalitu pecul. atq. papillarum nervearum in digitis dispositione. Vitembergae* 1741) und als *Papillae nerveae* oder *cutaneae* beschrieben, jedoch in ihrem Baue nicht erkannt worden waren. Da jedoch auch *Pacini* gerade der wichtigste Theil der Körperchen, die Nervenfaser, ganz und gar unbekannt blieb, so wird man *Langer* nicht gerade Unrecht geben können, wenn er dieselben *Vater*'sche Körperchen nennt. Diese Organe nun, die ebenfalls in die Abtheilung der Gefühlskörperchen gehören, besitzen eine länglich-runde oder birnförmige Gestalt, eine weisslich durchscheinende Farbe mit einem weisseren Streifen im Innern und finden sich beim Menschen, wo sie $\frac{1}{2}$—2''' in der Länge messen, ganz beständig an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle in dem Unterhautzellgewebe. Am zahlreichsten sind sie an den Fingern und Zehen, namentlich am dritten Abschnitte derselben; an der ganzen Hand zählte *Herbst* ungefähr 600 und am Fusse nahezu ebensoviel. Ausserdem finden sie sich meist spärlich und nicht beständig am Hand- und Fussrücken, den Hautnerven des Oberarms, Vorderarms und des Halses, am *Nervus pudendus communis*. den Intercostalnerven, gewissen Gelenk- und Knochennerven, am *Nervus infraorbitalis*, den Nerven unter der Brustdrüse und in der Brustwarze, und ganz ohne Ausnahme an den grossen sympathischen Plexus vor und neben der *Aorta abdominalis* hinter dem *Peritonaeum*, besonders in der Nähe des *Pancreas*, manchmal auch im Gekröse des Dünndarmes bis nahe an den Darm hin. Endlich sind sie auch von *Luschka* und *Krause* in der Nähe der Steissdrüse gesehen.

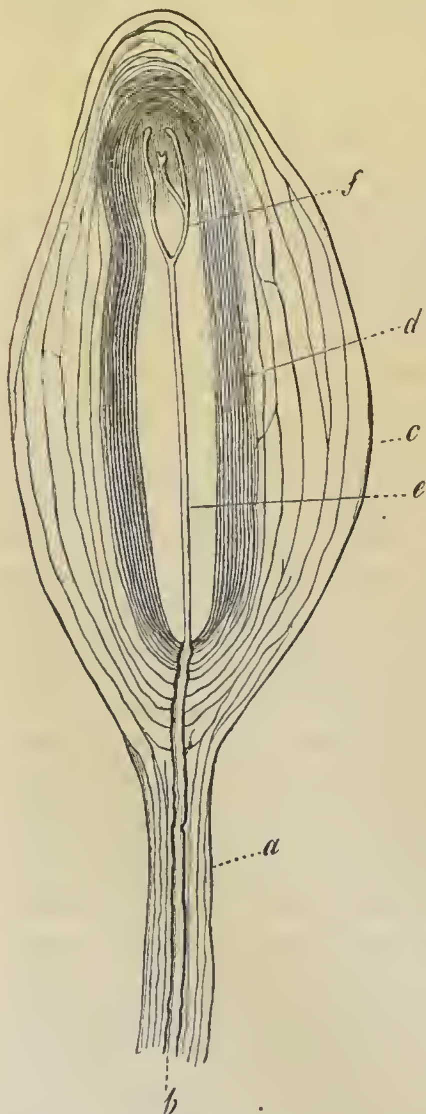


Fig. 61.

Der Bau der *Vater*'schen oder *Pacini*'schen Körperchen ist im Ganzen einfach, immerhin viel verwickelter als derjenige der bisher beschriebenen Gefühlskörperchen (Fig. 61). Ein jedes derselben besteht aus einer Nervenendfaser, einem Innenkolben, der dieselbe umgibt, und einer Hülle von vielen ineinander geschachtelten Capseln. Der letztern sind 20—60, von denen die äusseren durch

Fig. 61. Ein *Pacini*'sches Körperchen des Menschen, 350mal vergr. *a*. Stiel desselben. *b*. Nervenfaser in demselben, *c*. äussere, *d*. innere Schicht der Hülle, *e*. blasse Nervenfaser in der mittleren Höhle, *f*. Theilungen und Ende derselben.

grössere, die inneren durch kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind, in denen eine helle serumartige Flüssigkeit sich findet, die durch Anstechen der Körperchen leicht nachgewiesen werden kann. Die einzelnen Capseln, die jedoch nicht immer rings herum gehen, sondern häufig mit einander zusammenhängen, bestehen aus gewöhnlichem Bindegewebe und einer gewissen Zahl von Bindegewebskörperchen und lässt sich wenigstens an den äussern Capseln mit Leichtigkeit nachweisen, dass jede aus einer äussern Lage mit querverlaufenden und einer innern Schicht mit der Länge nach ziehenden Fibrillen besteht. In der letztern Schicht scheinen die Bindegewebskörperchen, die auch hier durch Ausläufer verbunden sind, vor Allem ihren Sitz zu haben, doch sah ich ihre Fortsätze auch in der Querfaserschicht und in einzelnen Fällen senden sie dieselben durch die Zwischenräume einander zu. Der Innenkolben ist, wie ich gezeigt habe, ein heller feinkörniger und mit zarten Kernen (Zellen?) versehener weicher Strang, den ich auch hier als eine Art einfacher Bindesubstanz auffasse, um so mehr, da er in einzelnen Fällen ebenfalls wenigstens in seinen äussern Theilen wie aus zarten, dicht beisammenliegenden Capseln zu bestehen scheint, und im Innern desselben verläuft dann die Nervenfaser des Körperchens. Jedes Körperchen nämlich besitzt einen aus den Fortsetzungen seiner Schichten gebildeten, mit einem Nervenzweigchen verbundenen Stiel, in welchem eine einzige von dem betreffenden Nerven abgehende, dunkle, 0,006—0,068''' breite Nervenfaser zu dem Körperchen verläuft. Dieselbe tritt aus dem Stiele in den Innenkolben, wird hier platt (Breite 0,006''', Dicke 0,004'''), blass, anscheinend marklos, fast wie ein Axencylinder, und endet im obern Theile des Innenkolbens häufig zwei- oder dreigespalten, an jedem Ausläufer mit einem freien, häufig leicht körnigen Knöpfchen. — Im Stiele und den benachbarten Theilen der Körperchen, seltener am andern Ende derselben finden sich auch meist einzelne feine Blutgefässverästelungen.

Die älteren Beobachtungen über die hier besprochenen Körperchen wurden erst von dem Augenblicke an fruchtbar, wo es *Henle* und mir gelang, die Nerven in denselben nachzuweisen, und will ich hier mit Hinsicht auf eine Bemerkung von *W. Krause* (Die term. Körp. S. 52) nur noch erwähnen, dass wir die Körperchen im *Mesenterium* der Katze selbständig auffanden und nicht erst durch *Lacauchie* auf dieselben aufmerksam wurden. Seit dieser Zeit haben sich eine grosse Zahl Untersucher mit diesen merkwürdigen Gebilden beschäftigt und namentlich auch ihr Vorkommen bei vielen Thieren nachgewiesen, in welcher Beziehung sowie in Betreff der zahlreichen Formabweichungen derselben, die namentlich bei der Katze zu finden sind, auf die unten aufgeführten Arbeiten und vor Allem auf die Schrift von *W. Krause* verwiesen wird. Hier sei nur erwähnt, dass dieselben nun bei den Säugethieren schon bei 37 Arten aufgefunden sind und hier vor Allem an den Extremitäten (je nach den Umständen an den Zehen, oder den Sohlenballen, oder auch an andern Orten, wie in der Gegend der *Membrana interossea*), ausserdem auch seltener am Schwanze, dem *Mesenterium* (Katze) und *Mesocolon* (Katze und Kaninchen) und an der *Clitoris* (Schwein) vorkommen. Bei Vögeln, wo sie *Will* und *Herbst* aufgefunden haben, kennt man sie schon von 43 Arten und finden sie sich hier in der Haut des Rumpfes und der Extremitäten, in der Zunge, dem Schnabel und der Conjunctiva. Der Bau ist bei diesen Thieren auch etwas verschieden, in welcher Beziehung die Mittheilungen von *Leydig*, mir, *Keferstein* und *W. Krause* nachzusehen sind.

Die blasse Nervenfaser im Innern der Körperchen der Säuger und des Menschen ist meiner Ansicht zufolge nicht bloss Axencylinder, sondern eine Fortsetzung der ganzen dunkelrandigen Faser des Stieles und wird somit am besten den embryonalen Ner-

venfasern an die Seite gestellt. Ob dieselbe auch eine dünne Markschicht enthält oder nicht, scheint mir schwer zu entscheiden.

§. 45.

Anderweitige Endigungen der Hautnerven. Ausser in den Gefühls- oder Terminalkörperchen finden sich noch zahlreiche andere Nervenendigungen in der Haut, unter denen die bemerkenswerthesten die sind, die an den Haarbälgen vorkommen, indem dieselben bei weitem die Mehrzahl aller Nervenenden in der Haut ausmachen. Dass die Haarbälge des Menschen Nerven und zwar dunkelrandige erhalten, welche oft vor dem Eindringen in Aeste sich spalten, habe ich schon im Jahre 1850 (Mikr. Anat. II. 1. S. 125) angegeben, dagegen ist es mir weder damals noch später gelungen, die eigentliche Art der Endigung zu sehen. Ebenso ist es auch *W. Krause* ergangen, der (Anat. Unt. S. 21) diese Nerven bestätigt, und selbst an den grossen Spürhaaren der Säuger, deren zierliche und reiche Nervennetze mit vielen Theilungen der Primitivfasern *Gegenbaur* beschrieben hat, liessen sich die letzten Nervenenden nicht auffinden. In der Haarpapille haben weder ich und *Moleschott* und *Chapuis* beim Menschen noch *Gegenbaur* und *Leydig* bei den Spürhaaren der Säuger Nerven zu finden vermocht.

Ausser an den Haarbälgen finden sich nun wohl noch unzweifelhaft Nerven an den glatten Muskeln der Haut, an denen ich sie in der Haut der Ratte gesehen habe, sowie an allen Drüsen (Schweissdrüsen z. Th. und Ohrenschmalzdrüsen), welche eine Muskellage besitzen, doch ist bis jetzt nur in Einem Falle von mir im Innern einer *Gl. ceruminosa* eine dunkelrandige Nervenfaser von 0,003''' aufgefunden worden. Ob die Talgdrüsen und die nicht mit Muskeln versehenen Schweissdrüsen auch Nerven erhalten, ist unbekannt.

Von sensiblen Hautnerven, die nicht in Gefühlskörperchen oder Haarbälgen enden, ist vom Menschen wenig bekannt, immerhin kann hier noch einmal hervorgehoben werden, dass ich beim Menschen besonders in der Fusssohle Nerven in Papillen gesehen habe, in denen es durch kein Mittel gelang, Tastkörperchen aufzufinden. Ausserdem lassen sich hier auch die von mir und *His* beschriebenen blassen Nervennetze der Hornhaut in Erinnerung bringen.

In der Haut der Maus (auch bei der Ratte) kommen blasse, netzförmig verbundene kernhaltige Nervenfäden von nur 0,001—0,0005''' Durchm. vor, ganz ähnlich den embryonalen Fasern der Froschlarven, deren Zusammenhang mit dunkelrandigen feinen Primitivfasern sich nachweisen lässt (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. Tab. XIV. Fig. 10), eine Beobachtung, die *Hessling* für die Haut der Spitzmaus bestätigt, wogegen *W. Krause* bei der Maus die Netze nicht finden konnte (Die terminalen Körperchen. S. 150), und glaubt, es hätten zusammengefallene Capillaren oder elastische Fasern zur Annahme blasser Nervennetze Veranlassung gegeben. Keines von beiden ist richtig, und wird *Krause*, wenn er sich die Zeit nehmen will, Essigsäurepräparate sorgfältig zu durchmustern, diese Netze sicherlich auch finden. Dieselben kommen vor neben Endigungen dunkelrandiger Nervenfasern an den Haarbälgen und neben *Krause*schen Körperchen oder Endkolben, die mein Zuhörer Herr *Lüdden* nach dem Vorgange von *Krause* auch hier aufgefunden hat, was mithin beweist, dass ein und dasselbe Organ verschiedene Nervenendigungen enthalten kann, und die Möglichkeit eröffnet, dass auch beim Menschen vielleicht noch andere Nervenenden als die schon bekannten sich finden. Netze und Verästelungen blasser Nerven z. Th. mit feinen Enden haben bei Wirbelthieren ausserdem gesehen *Axmann* in der Haut der Frösche,

was ich bestätigen kann, ich in der Haut von *Stomias* und *Billroth* in der Schlundschleimhaut von Fröschen und Tritonen.

Ueber die Leistungen der verschiedenen sensiblen Nervenendigungen an den Haarbälgen, in den Endkolben, Tastkörperchen, *Pacini*'schen Körperchen und in der Haut ist es für einmal nicht möglich, etwas ganz Bestimmtes zu sagen. Nur so viel scheint mir sicher, dass weder der sogenannte Temperatursinn, noch der Druck- und Ortssinn oder das Gefühl für Schmerz an bestimmte Organe gebunden sind, vielmehr über die ganze Haut verbreitet vorkommen und sowohl an behaarten als an unbehaarten Stellen, an Orten, die Gefühlskörperchen enthalten oder derselben entbehren, sich finden. Es möchten daher die Unterschiede der Leistungen der verschiedenen Nervenenden mehr nur quantitative sein, was näher auszuführen der Physiologie überlassen werden muss.

§. 46.

Entwickelung der Cutis. Die Lederhaut besteht anfänglich aus rundlichen Zellen, welche beim Frosche und Hühnchen leicht auf die ersten Bildungszellen der Embryonen zurückzuführen sind. Sehr bald wird ein Theil dieser Zellen spindel- und sternförmig und setzt sich durch Ausläufer in Verbindung, während zugleich eine helle Gallerte zwischen denselben auftritt: andere Zellen dienen zur Bildung von Nerven und Gefässen, welche letztern früh in überreichlicher Menge sich entwickeln, während eine dritte Art derselben im ursprünglichen runden Zustande verharrt. Gleichzeitig mit diesen histiologischen Umwandlungen tritt auch ein morphologischer Unterschied auf, indem das Zellennetz an der äussern Oberfläche von Anfang an dichter ist als in den tieferen Theilen, und die erste Andeutung des Corium darstellt. In dieser Lage entwickelt sich auch bald eine festere fibrilläre Zwischensubstanz, welche zwar in der innern Schicht oder dem Unterhautbindegewebe auch nicht fehlt, aber noch lange Zeit von der gleichartigen Zwischengallerte an Mächtigkeit übertroffen wird, daher auch die Haut des Embryo noch später eine eigenthümliche, längst bekannte, sulzige Beschaffenheit darbietet. Einmal angelegt, wachsen die beiden Cutislagen in entgegengesetzten Richtungen weiter, die eigentliche Lederhaut von innen nach aussen, so dass die Papillen, die im 6. Monate auftreten, zuletzt sich bilden, das Unterhautgewebe von aussen nach innen, in der Art, dass die Fettträubchen, die im 4. Monate erscheinen, zuerst in der Nähe des Corium sich zeigen, während die tiefern Lagen noch gallertig sind. Uebrigens ist von den Einzelnheiten des Wachsthumes noch wenig bekannt und lässt sich von dem Corium nur vermuthen, dass dasselbe durch fortgesetzte Vermehrung seiner Zellen (Bindegewebskörperchen) und fortdauernde Ablagerung der leimgebenden Zwischensubstanz seine endliche Mächtigkeit erreicht. Von den Fettzellen ist sicher, dass sie aus den ursprünglichen Bildungszellen hervorgehen, dann, immerwährend sich vermehrend, nach und nach mit Fett sich erfüllen, während zugleich die Zwischengallerte immer mehr vergeht. Im 2. Monate misst die Lederhaut 0,006—0,01‴, im 6. Monate 0,5—0,7‴. Beim Neugebornen misst die Lederhaut im engern Sinne 0,4—05‴, der *Panniculus adiposus* dagegen 3—5‴ Dicke, ist somit unverhältnissmässig dick, ja selbst z. Th. dicker als bei Erwachsenen. Für weitere Thatsachen verweise ich auf meine Mikr. Anat. II. 1. S. 32.

Die Fettläppchen der Haut entstehen nach und nach so wie das Fett in den Zellen sich entwickelt, dagegen fand ich im Mesenterium junger Kätzchen die Fettläppchen in voller Grösse vorgebildet mit 0,01—0,02‴ grossen schönen feinkörnigen Zellen, und beobachtete zugleich, dass diese Zellen in Zeit von 3—9 Tagen in wirkliche Fettzellen

übergehen. (Würzb. Verh. Bd. VII). — Ueber die Entwickelung der Gefühlskörperchen der Haut finden sich bei *Meissner* und *Krause* einige Angaben. Die Tastkörperchen sah *W. Krause* schon bei einem Fötus von 7 Monaten von 0,008''' Grösse, während sie beim Neugebornen 0,01''' massen. *Pacini*'sche Körperchen fanden *Henle* und ich schon bei 6 Monate alten Embryonen als einfache Zellenhäufchen. Bei Neugebornen waren sie schon besser entwickelt mit deutlicher Nervenfaser, zeigten jedoch weniger Capseln mit wenig oder gar keiner Flüssigkeit. — Von pathologischen Verhältnissen erwähne ich nur, dass beim Abmagern die Fettzellen kleiner, fettarm oder selbst nur serumhaltig werden, letzteres namentlich bei mit Wasser infiltrirtem Unterhautgewebe, in welchem Falle sternförmige Zellen, ähnlich Bindegewebskörperchen, aus ihnen sich hervorbilden (Mikr. Anat. II. 1. Fig. 9); dagegen weiss man noch nichts von einem gänzlichen Schwinden der Zellen und füllen sich wohl bei Wiederherstellung des *Panniculus* diese Zellen einfach wieder mit Fett. Bei Fettsucht entstehen offenbar neue Fettzellen in Masse, in welchem Falle vielleicht die Bindegewebskörperchen oder hie und da (Netz, *Scrotum*) zerstreut unter andern vorkommende mehr embryonale fettarme Zellchen eine Rolle spielen.

B. Oberhaut.

§. 47.

Die Lederhaut ist an allen Stellen von einer gefäss- und nervenlosen, einzig und allein aus Zellen gebildeten, halbdurchsichtigen Haut, der Oberhaut, *Epidermis*, überzogen, die sich allen Vertiefungen und Erhabenheiten derselben genau anschmiegt und desswegen an ihrer innern Fläche das genaue Abbild der äussern Fläche der Lederhaut darbietet, in der Weise, dass, wo die letztere eine Erhabenheit zeigt, in ersterer eine gleichgeformte Vertiefung sich findet und umgekehrt. Auch an ihrer äussern Fläche wiederholt die Oberhaut in etwas die Gestalt der Lederhaut, indem wenigstens die bedeutenderen Erhebungen und Senkungen derselben, wie die Leisten der Handfläche und Fusssohle, die Furchen an den Gelenken, Muskelansätzen u. s. w. auch in ihr, die letztern selbst stärker sich ausprägen, während allerdings die Papillen gar kein oder ein kaum erkennbares Vortreten derselben bewirken.

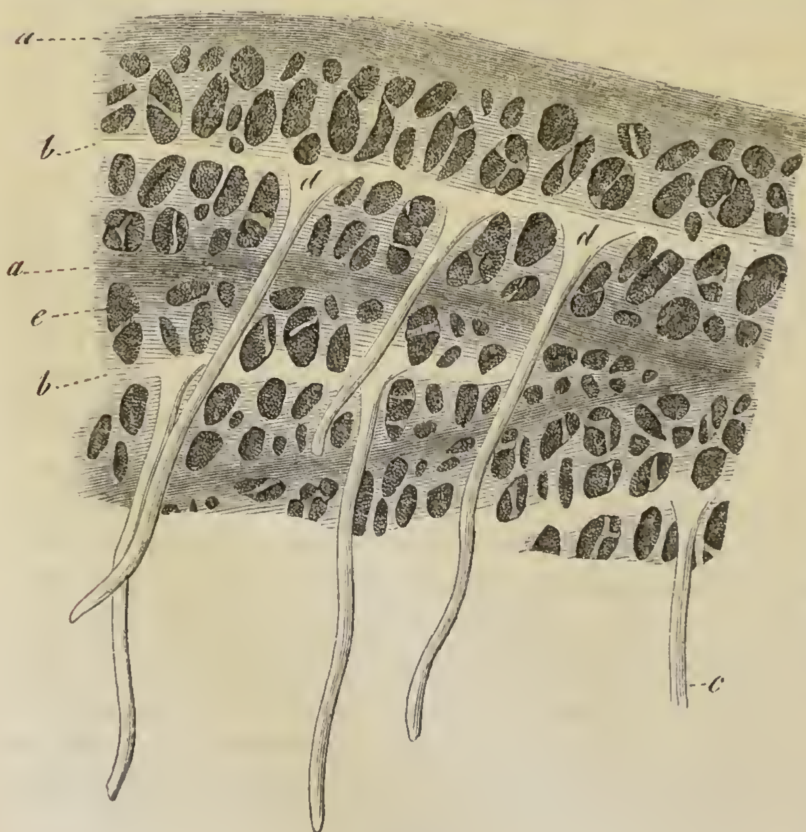


Fig. 62.

Die Oberhaut besteht aus zwei Lagen, die in chemischer und morphologischer Beziehung

Fig. 62. Oberhaut der Handfläche von innen. *a.* Riffe entsprechend den Furchen zwischen den Cutisleistchen, *b.* solche entsprechend den Furchen zwischen den Papillenreihen, *c.* Schweisskanäle, *d.* breitere Ansatzstellen derselben an der Oberhaut, *e.* Vertiefungen für die einfachen und zusammengesetzten Papillen.

von einander abweichen und durch eine ziemlich scharfe Grenze von einander geschieden sind, nämlich aus der Schleimschicht und Hornschicht.

§. 48.

Die Schleimschicht, *Stratum Malpighii, Rete* oder *Mucus Malpighii* vieler Autoren, ist der innere, unmittelbar an die Lederhaut stossende, fast überall wellenförmig verlaufende Theil der Oberhaut, der an vielen Orten schon dem blossen Auge durch seine weissliche oder in verschiedenen Graden braune Farbe von der Hornschicht sich unterscheidet und durch weiche, leicht zerstörbare, eigenthümlich gelagerte, kleine Zellen sich auszeichnet.

Die Form dieser Zellen, so wie ihre Lagerung sind nicht an allen Orten gleich. Die innersten derselben (Fig. 63 *b*), die ohne dazwischen gelagerte freie Kerne oder halbflüssige Substanz in einfacher Lage unmittelbar der freien Fläche der Lederhaut aufsitzen, sind länglich, wie Zellen des Cylinderepithelium und stehen senkrecht auf der Lederhaut; ihre Länge beträgt von 0,0033 — 0,006‴, ihre Breite 0,0025 — 0,003‴. Auf dieselben folgen an den meisten Gegenden unmittelbar länglichrunde oder selbst runde Zellen von 0,003—0,004‴ in mehrfacher Schicht, nur an einigen Orten, wie der Hand und dem Fusse, am Rande der Lider, in der Schleimschicht der Nägel und Haare (siehe unten), sind hie und da zwischen die runden und länglichen Zellen noch eine, zwei und selbst drei Lagen gleichfalls länglicher und senkrecht stehender Elemente eingeschoben, so dass dann die Schleimschicht der mehrfachen senkrecht stehenden Zellenlagen wegen bei stärkeren Vergrösserungen in ihren tiefsten Lagen ein streifiges Ansehen erhält. Dieses Verhältniss fällt um so mehr ins Auge, als die übrigen Elemente der Schleimschicht, je weiter man dieselben von den ersten runden Zellen an nach aussen verfolgt, um so mehr in einer andern Richtung sich verschmälern, nämlich wagerecht sich abplatten (Fig. 63 *c*) und endlich in den obersten Schichten in 0,006 — 0,016‴ breite und lange, 0,002—0,008‴ dicke Bläschen sich umgestalten. Zugleich nehmen dieselben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr oder weniger vieleckige Gestalt an, die auch an den von einander gelösten Zellen zu erkennen ist.

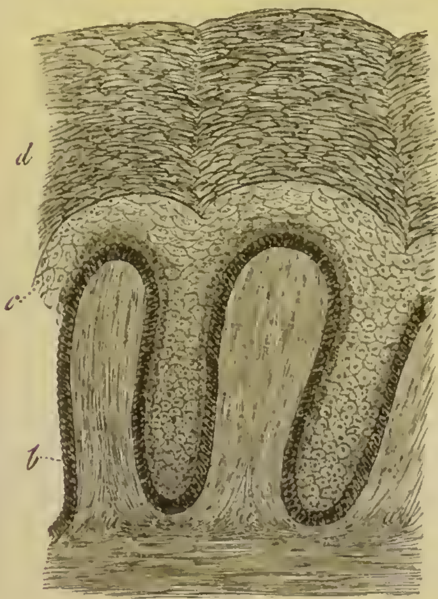


Fig. 63.

Alle Zellen der Schleimschicht stimmen in ihrem Baue im Wesentlichen überein und sind mit Flüssigkeit prall gefüllte kernhaltige Bläschen. Ihre Hülle ist blass, an den kleinsten oft schwer nachzuweisen, oft ganz deutlich, immer zart, an den grösseren stärker, jedoch bei weitem derjenigen der Zel-

Fig. 63. Haut des Negers (vom Schenkel) im senkrechten Durchschnitt, 250mal vergr. *aa.* Cutispapillen, *b.* tiefste, stark gefärbte Lage senkrecht stehender länglicher Zellen der Schleimschicht, *c.* obere Schleimschichtlage, *d.* Hornschicht.

len der Hornschicht nicht zu vergleichen. Der Inhalt ist nie ganz flüssig, aber auch, die gefärbte Oberhaut ausgenommen (siehe unten), regelrecht nie mit grösseren Gebilden, Körnern oder Fetttropfen z. B., versehen, sondern feinkörnig mit verschieden deutlich ausgeprägten Körnchen, die ohne Ausnahme in den äusseren Zellen spärlicher werden. Der Kern endlich ist in den kleinsten Zellen klein (0,0015—0,0025‴), in den grössern grösser (0,003—0,005‴), kugelig oder linsenförmig in den runden und abgeplatteten, länglich in den länglichen Zellen. In den grössern Zellen erscheint er deutlich als Bläschen, oft mit einem *Nucleolus* und liegt genau in der Mitte; in den kleinern ist er dem Anscheine nach mehr körnig oder gleichartig, ohne sichtbaren *Nucleolus*, und so gelagert, dass er nicht selten die Zellenwände da oder dort berührt.

Die Zellen der Schleimschicht werden durch verdünnte kaustische Alkalien blass, quellen auf und lösen sich bald, und zwar die tiefsten Lagen zuerst, in eine schleimige Masse auf. Essigsäure greift diese Zellen viel weniger an und ist besonders zur Untersuchung derselben zu empfehlen.

Nachdem *Henle* früher und noch im Jahre 1858 (Jahresb. S. 26) behauptet hatte, dass die tiefste Lage der Epidermis nur aus einer Grundsubstanz und Kernen bestehe, gibt er in seiner neuesten Arbeit (Splanchnologie S. 3) zu, dass dieselbe in einzelnen Fällen wohlausgebildete Zellen zeige. Diese Fälle sind nach meinen Erfahrungen so häufig, dass ich keinen Grund habe, die wenigen Ausnahmen zu betonen, in denen die Zellengrenzen minder deutlich sind, und wird wohl *Henle* sich veranlasst sehen, seine alte Annahme ganz zu verlassen. — *Rollett*, *Billroth* und *Henle* sprechen von einem Ineinandergreifen der Epidermis und Cutis in gewissen Fällen. Ich kenne diese Verhältnisse auch und deute sie, wie *Rollett*, so, dass kleine Fortsätze der tiefsten Schleimschichtzellen in Grübchen der Cutisoberfläche stecken.

§. 49.

Die Hornschicht, *Stratum corneum*, bildet den äussern halbdurchsichtigen, beim Weissen farblosen Theil der Oberhaut, der fast durchweg aus gleichmässig gebildeten, in Plättchen umgewandelten Zellen besteht. Die untersten Plättchen gleichen den obersten Zellen der Schleimschicht noch sehr, dagegen finden sich schon in der zweiten und dritten Lage die bedeutend abweichenden Epidermis- oder Hornplättchen. Dieselben (Fig. 64. 1, 2, 3) sind wirkliche Plättchen von mässiger Dicke, die in den unteren und mittleren Theilen der Horn-

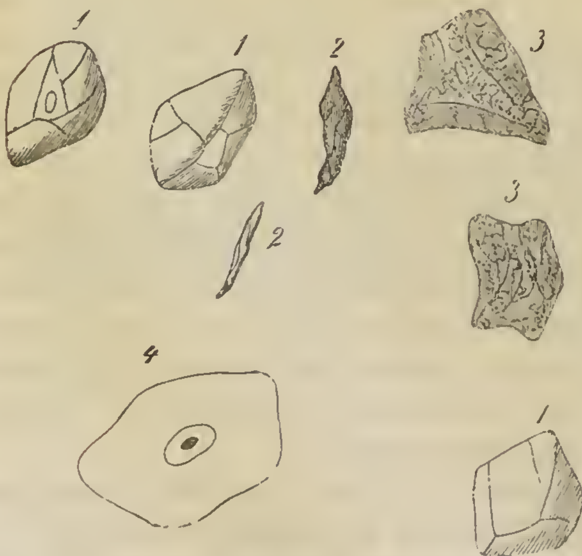


Fig. 64.

Fig. 64. Hornschichtplättchen des Menschen, 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite. 3. Mit Wasser behandelt, körnig und dunkler. 4. Kernhaltiges Plättchen, wie sie an der Aussenseite der *Labia minora* und an der *Glans penis* vorkommen.

schicht eine noch ziemlich regelmässige, 4, 5 bis 6eckige Gestalt, und glatte Flächen besitzen, in den oberen Lagen dagegen unregelmässige Umrisse annehmen, verschiedentlich sich krümmen und biegen und daher oft wie gerunzelt und gefaltet erscheinen. Diese Plättchen müssen als ganz abgeplattete und mit einer ganz geringen Menge einer zähen Flüssigkeit versehene Zellen und nicht, wofür ihr Ansehen zuerst spricht, als gleichartige, durchweg aus demselben Stoffe gebildete Plättchen angesehen werden, denn sie quellen durch Zusatz verschiedener Reagentien, namentlich von Essigsäure und von kaustischem Kali und Natron auf und nehmen die Gestalt von Bläschen an (Fig. 65); hierbei wird zugleich auch ersichtlich, dass in manchen derselben, namentlich in den mittleren und inneren Theilen der Hornschicht noch ein verkümmerter Kern in Gestalt eines platten, gleichartigen, rundlichen oder länglichen Körperchens von 0,003—0,004''' Länge und 0,002—0,003''' Breite vorkommt, das, besonders von der Seite gesehen, seiner alsdann dunkleren Umrisse wegen leichter zu erkennen ist. An den *Labia majora* (innen) und *minora*, so wie an der *Glans penis* und dem *Praeputium* (innen) sind diese Kerne in allen Plättchen vorhanden (Fig. 64. 4). — Die Grösse der Plättchen der gewöhnlichen Hornschicht schwankt von 0,008—0,02''' und misst im Mittel 0,010—0,016'''.

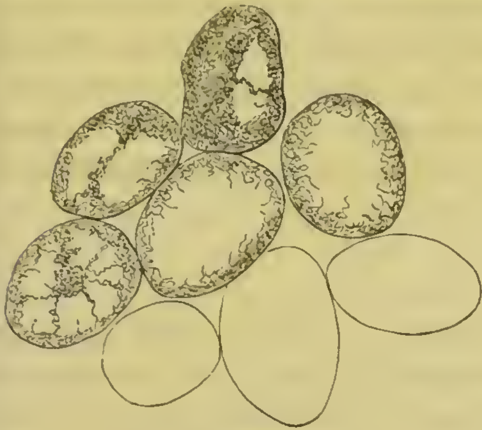


Fig. 65.

Während das *Stratum Malpighii*, die obersten Zellenlagen ausgenommen, nur undeutlich geschichtet ist, findet sich in der Hornschicht durchweg eine deutliche Schichtung in der Weise, dass ihre Plättchen durch Aneinanderlagerung in der Fläche eine, je nach der Dicke der Hornschicht verschiedene Zahl von Blättern bilden (Fig. 63). Von diesen Blättern, die jedoch nicht als scharf von einander getrennte einfache Zellenlagen gedacht werden dürfen, sondern in der Fläche unter sich zusammenhängen und nur zu mehreren, namentlich leicht an gekochter und erweichter Oberhaut, mit dem Messer darzustellen sind, zeigen die innersten eben so wie das *Stratum Malpighii in toto* betrachtet, überall wo Papillen sich finden, einen wellenförmigen Verlauf, springen an den Spitzen der Papillen nach aussen vor und senken sich zwischen dieselben nach innen ein. In besonders ausgezeichnetem Grade hat diess an allen den Stellen statt, wo sehr entwickelte Papillen und ein nicht zu dickes *Rete Malpighii* sich finden, besonders an der Handfläche und Fusssohle, indem hier (siehe die Figur bei den Schweissdrüsen) die Hornschicht so tief zwischen die Papillen eindringt, dass ihre untersten Zellen in einer Linie mit der halben Höhe der Papillen stehen; wo die Papillen kleiner sind, senkt sich die Hornschicht weniger zwischen dieselben hinein oder liegt selbst ganz eben auf dem *Stratum Malpighii*, was auch da der Fall ist, wo die Papillen fehlen. Demnach ist die Grenzlinie zwischen Hornschicht und *Stratum mucosum* auf senkrechten Schnitten bald eine gerade, bald eine Wellenlinie mit niedrigeren oder höheren Erhebungen und Senkungen. Die übrigen Theile der Hornschicht

Fig. 65. Mit *Kali conc.* gekochte und aufgequollene Hornplättchen mit theilweise und ganz aufgelöstem Inhalt, 350mal vergr.

nehmen, je weiter sie von der Schleimschicht sich entfernen, einen um so weniger gebogenen Verlauf an, doch kann man nicht bloss an Hand und Fuss, wo bekanntlich die Leistchen des Corium auch äusserlich an der Oberhaut ausgeprägt sind, sondern auch noch an manchen andern Orten, an senkrechten Schnitten, in den obersten Lagen einen leicht welligen Verlauf der Blätter wahrnehmen; und schon aus den einzelnen Erhebungen die Stellen ersehen, wo in der Tiefe Papillen sitzen. — In den einzelnen Lamellen stehen die Plättchen zum Theil regellos, zum Theil, wie um die Ausführungsgänge von Drüsen und Haarbälgen und an der Handfläche und Sohle auch um die Papillen herum, kreisförmig angeordnet, wie am leichtesten an den Mündungen der Schweissdrüsen zu sehen ist.

§. 50.

Die Farbe der Epidermis anlangend, so ist, wie schon erwähnt, beim Weissen die Hornschicht durchscheinend und farblos oder leicht ins Gelbliche spielend, die Schleimschicht gelblichweiss oder verschiedentlich bräunlich gefärbt. Am tiefsten bis zum schwarzbraunen gehend ist die Färbung im Warzenhofe und an der Brustwarze, vor Allem beim Weibe zur Zeit der Schwangerschaft und bei Frauen, die schon geboren, schon weniger an den *Lab. majora,* dem *Scrotum* und *Penis*, wo dieselbe übrigens sehr wechselt, bald fast ganz fehlt, bald sehr deutlich ist, am unbedeutendsten in der Achselhöhle und um den *Anus* herum. Ausser an diesen Stellen, die bei den meisten Menschen mehr oder weniger, bei dunkler Hautfarbe mehr als bei heller, gefärbt sind, lagert sich dann an verschiedenen andern Orten, bei Schwangern in der *Linea alba* und im Gesicht (rhabarberfarbene Flecken), bei Individuen, die den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, an den unbedeckten Hautstellen, endlich bei solchen mit dunkler Hautfärbung fast über den ganzen Körper ein stärkerer oder schwächerer, oft sehr dunkler Farbstoff an, der ebenfalls im *Stratum Malpighii* wurzelt. Der Sitz dieser Färbungen sind nicht besondere Pigmentzellen, sondern die gewöhnlichen Zellen der Schleimschicht, um deren Kerne ein feinkörniger oder mehr gleichartiger Farbstoff oder wirkliche Pigmentkörnchen abgelagert sind. Bei leichten Färbungen der Haut sind meist nur die Kerngegenden und zwar nur die der alleruntersten Zellenschicht betheiligt, so dass man auf senkrechten Hautschnitten die Papillen von einem gelblichen Saume begrenzt findet (S. m. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 2); dunklere Färbungen werden theils dadurch hervorgebracht, dass die Färbung auf 2, 3, 4 und mehr Zellenschichten und auf den ganzen Zelleninhalt sich erstreckt, theils beruhen sie auf dunkleren Ablagerungen in der tiefsten Zellenschicht, welche beiden Verhältnisse gewöhnlich mit einander vereint sind. Auch die Hornschicht der gefärbten Hautstellen ist nach *Krause* in den Wandungen der Zellen leicht gefärbt, was sich jedoch nur bei ihrer Vergleichung mit derjenigen ungefärbter Hauttheile und nur an stärker gefärbten Stellen zeigt. — Beim Neger und den übrigen farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie beim Europäer verhält, doch ist der Farbstoff viel dunkler und ausgebreiteter. Beim Neger (Fig. 62. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 4. *a*), bei dem sich die Epidermis in Bezug auf Anordnung und Grösse ihrer Zellen ganz wie beim Europäer verhält, sind die senkrecht stehenden Zellen der tiefsten Theile der

Schleimschicht am dunkelsten, dunkelbraun oder schwarzbraun und bilden einen scharf gegen die helle Lederhaut abstechenden Saum. Dann kommen hellere, jedoch immer noch braune Zellen, welche besonders in den Vertiefungen zwischen den Papillen stärker angehäuft sind, jedoch auch an den Spitzen und Seitentheilen derselben in mehreren Lagen sich finden, endlich folgen an der Grenze gegen die Hornschicht braungelbe oder gelbe, oft ziemlich blasse, mehr durchscheinende Lagen. Alle diese Zellen sind mit Ausnahme der Hüllen durch und durch gefärbt und zwar vor Allem die um die Kerne gelegenen Theile, welche in den innern Zellenschichten weitaus die dunkelsten Gegenden der Zellen sind. Auch die Hornschicht des Negers hat einen Stich ins Gelbe oder Bräunliche. — In der gelblich gefärbten Haut eines Malaienkopfes der anatomischen Sammlung in Würzburg finde ich dasselbe, was ein dunkelgefärbtes *Scrotum* eines Europäers darbietet. — Demzufolge unterscheidet sich die Oberhaut der gefärbten Racen in nichts Wesentlichem von derjenigen der gefärbten Stellen der Weissen und stimmt selbst mit der Haut einzelner Gegenden (Warzenhof namentlich) fast ganz überein.

§. 51.

Die Dicke der gesammten Oberhaut schwankt zwischen $\frac{1}{75}$ und $1\frac{2}{3}'''$, was besonders von der wechselnden Mächtigkeit der Hornschicht abhängt, und beträgt an den meisten Orten zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{10}'''$.

Das Verhältniss der Schleimschicht und Hornschicht zu einander anbelangend, so finde ich an den einen Gegenden die erstere regelmässig dicker als die letztere, und zwar im Gesicht an allen Stellen, an der behaarten Kopfhaut, am Penis, der Eichel, dem *Scrotum*, der Brustwarze und Brusthaut beim Manne, an den grossen und kleinen Schamlippen, am Rücken und Halse. Hier übertrifft die Schleimschicht, je nachdem man ihre Höhe von der Basis oder der Spitze der Papillen aus misst, die Hornschicht um das drei- bis sechsfache oder zwei- bis dreifache; an einigen der genannten Orte kommt jedoch auch das *Stratum Malpighii* an seinen dünnsten Theilen der Hornschicht gleich, wie an der Eichel. An den übrigen Körpergegenden sind entweder beide Schichten sich gleich, wie im äussern Gehörgange, und hie und da an der Beugeseite der zwei ersten Abschnitte der Glieder, oder die Hornschicht übertrifft die Schleimschicht um das zwei- bis fünffache, an den dicksten Stellen selbst um das zehn- bis zwölffache.

Die Dicke überhaupt schwankt beim *Stratum Malpighii* (an der Grundfläche der Papillen) zwischen 0,007 und 0,16'''; da, wo dasselbe stärker ist als die Hornschicht, misst es im Mittel 0,04''', wo es schwächer ist, 0,01—0,02'''. Die Hornschicht misst auf der einen Seite an vielen Orten nur 0,005''', an andern bis 1''' und darüber; wo sie das *Stratum Malpighii* übertrifft, beträgt sie meist 0,1—0,4''', wo sie demselben nachsteht, 0,01'''.

§. 52.

Wachsthum und Regeneration. Die Oberhaut besitzt kein auf innern Ursachen beruhendes, in den Lebensverhältnissen ihrer Zellen oder dem der Lederhaut begründetes, beständig andauerndes Wachsthum, und ist eigentlich ein unveränderliches Gebilde, das in seinen Elementartheilen nicht

wechselt, sondern, ähnlich etwa einem Knorpel, alle seine Lebensthätigkeit dahin richtet, sich im Ganzen (Dicke der ganzen Oberhaut, Verhältniss des *Rete Malpighii* zur Hornschicht) und in seinen einzelnen Theilchen immer gleich zu erhalten. Da nun aber eine Entfernung der äussern Schichten, wenn auch nicht mit Nothwendigkeit, doch zufällig über den ganzen Körper in bedeutenderer oder unbedeutenderer Weise fast immer vorkömmt, so ist die Oberhaut doch so zu sagen beständig in dem Ersatze des Verlorenen begriffen oder wachsend, und gibt sich auch ihr Leben auf eine merklichere Weise kund. Mag nun das eine oder das andere stattfinden, so sind es die Lederhaut und ihre Gefässe, aus denen die Flüssigkeiten stammen, welche die Oberhaut bedarf. An jedem Orte durchzieht, so dürfen wir annehmen, entsprechend dem anatomischen und physiologischen Verhalten der Gefässe der *Cutis* und der Dicke der Oberhaut, eine gewisse bestimmte Menge von Plasma die letztere, welches, wenn sie nicht wächst, abgesehen von dem mehr Wässerigen, das zur Bildung des Hautdunstes dient, einfach ihre Zellen und Plättchen erfüllt und lebenskräftig erhält und höchstens zeitweise stärkere Färbungen im *Rete Malpighii* bedingt. Werden dagegen ihre äussern Lagen entfernt, so wird gewissermaassen Plasma frei und verwendbar und dann tritt Wiedererzeugung ein, welche, wenn sie beständig fortgeht, auch Wachsthum heissen kann. Bei diesem zeigt sich das Leben der Epidermiszellen am deutlichsten, namentlich im *Rete Malpighii*, wo es auf jeden Fall am stärksten ist, besonders durch Vermehrung der Zellen, Wachsthum derselben und durch chemische Umwandlungen sich äussernd, in Folge welcher dieselben schliesslich zu Hornplättchen sich gestalten. In der Hornschicht sind die Erscheinungen weniger hervortretend, doch ist auch sie, selbst in den obersten Schichten, keineswegs als unthätig anzusehen, kein abgestorbenes Gewebe, wie am Besten daraus hervorgeht, dass sie unter gewissen Verhältnissen, nämlich bei krankhaften Zuständen der Lederhaut oder der Quelle, aus der sie sich ernährt, bald sich verdickt, bald ganz abstirbt. Eine genauere Einsicht in das Leben der Epidermiszellen ist uns jedoch noch nicht vergönnt, und daher sind wir auch nicht im Stande zu entscheiden, welche der von ihnen dargebotenen Erscheinungen auf Rechnung ihrer eigenen Thätigkeit oder derjenigen der Beschaffenheit des sie ernährenden Saftes kommen. Der letztere ist auf jeden Fall von der grössten Bedeutung für die Epidermis und ist es mehr als wahrscheinlich, dass die meisten ihrer eigenthümlichen Verhältnisse, wie ihre regelrecht verschiedene Dicke an verschiedenen Körpergegenden, das verschiedene Verhalten des *Stratum Malpighii* zur Hornschicht, ihre krankhaften Zustände, auf Abweichungen in der Menge oder den Eigenschaften desselben beruhen. Wovon es ferner abhängt, dass in der *Malpighi*'schen Schicht die Veränderungen der Zellen viel bedeutender sind als in der Hornschicht, deren Elemente sich alle so ziemlich gleichen, ist ebenfalls noch nicht klar, eben so wenig als die Ursache der ziemlich scharfen Grenze zwischen beiden Schichten, ein Verhältniss, das beim Nagel in noch auffallenderer Weise sich zeigt und zur Annahme zwingt, es gehe bei der ersten Bildung und bei dem Wachsthume der Epidermis und des Nagels an Einer Stelle auf einmal eine sehr bedeutende Veränderung mit ihren Zellen vor, was eben ihr Zerfallen in zwei Lagen bedinge.

In der tiefen Hautfalte, die die *Glans penis* und *clitoridis* umgibt, hat eine beständige Abstossung und Neuerzeugung der hier weichen und kernhaltigen Epidermisschüppchen statt, wodurch eine besondere Absonderung, die Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*, erzeugt wird, an deren Bildung übrigens, wenigstens beim Manne, auch noch die Abscheidung der Talgdrüsen der Vorhaut (s. unten) sich betheiligt. Eine Häutung oder Abstossung der gesammten Hornschicht der Oberhaut in ausgedehnterem Grade, wie sie beim Embryo und bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen, ausser bei gewissen Krankheiten, nicht. Dagegen zeigt sich die Wiedererzeugungsfähigkeit derselben auch noch in anderer als in der oben geschilderten Weise. Ausgeschnittene Oberhautstückchen nämlich ersetzen sich sehr leicht und ziemlich rasch, sobald die Lederhaut nicht verletzt ist, und zwar nicht durch unmittelbare Ablagerung von Oberhaut in die Wunde, sondern nur durch Nachwachsen der ganzen Oberhaut aus der Tiefe, welche unzweifelhaft nicht durch eine Neubildung von Zellen, sondern durch eine Vermehrung der Zellen der *Malpighi*'schen Schicht durch Theilung erfolgt, bei welcher wohl vor Allem, wenn nicht ausschliesslich, die tiefste Lage dieser Schicht betheiligt ist, in welcher Beziehung jedoch genauere Untersuchungen immer noch mangeln. Ist die Lederhaut mit verletzt, so bildet sich zwar auf der sie ersetzenden Narbensubstanz wieder eine Oberhaut, allein ohne die frühern Furchen und Erhabenheiten an der innern und äussern Oberfläche, weil auch die neue *Cutis* keine Papillen und Leistchen besitzt. Ist die Oberhaut durch scharfe Substanzen, *Tartarus stibiatus* z. B., kurze Einwirkung höherer Wärmegrade u. s. w. in Blasen abgehoben, so heilt die Wand der letzteren, welche aus der Hornschicht und einigen Zellenlagen der Schleimschicht besteht, nie mehr an, sondern es bildet sich nach und nach aus der Hauptmasse der Schleimschicht, die meist auf den Papillen liegen bleibt, eine neue Hornschicht. Pathologische Verdickungen der Epidermis sind äusserst häufig (bei Hühneraugen, Schwielen, Ichthyosis, Hauthörnern u. s. w.) und kann dieselbe in solchen Fällen eine mächtige Dicke und einen besonderen, namentlich auch einen mehr faserigen Bau erlangen.

§. 53.

Entwickelung der Oberhaut. Die ersten Epidermislagen entstehen bei Säugethieren durch Umwandlung der oberflächlichsten der ursprünglichen, junge Embryonen zusammensetzenden Bildungszellen. Sind einmal das *Stratum Malpighii* und die Hornschicht in ihren ersten Andeutungen gegeben, so nimmt das erstere durch Vermehrung seiner Elemente immer mehr an Dicke zu, während die Hornschicht behufs ihrer eigenen Massenzunahme und zum Ersatze dessen, was sie durch Abschuppung verliert, gerade wie beim Erwachsenen aus demselben sich ergänzt. Die Ausdehnung der Oberhaut in die Fläche anlangend, so ergibt sich, wie *Harting* (*Recherch. micrométr. p.* 47) richtig bemerkt, daraus, dass die Epidermisschüppchen des Fötus und Erwachsenen in der Grösse ihrer Oberfläche sehr wenig abweichen, dass dieselbe nur dem geringsten Theile nach auf Rechnung der Vergrösserung ihrer Elemente zu setzen ist. Es bleibt demnach nichts anderes übrig, als, entsprechend dem grossen Flächenwachsthume der *Cutis* und des *Rete Malpighii* und der geringen Ausdehnungsfähigkeit der Hornschichtlagen, eine Reihe von Abschuppungen der letztern anzunehmen, welche mithin, wenn meine Annahme richtig ist, auch noch nach der Geburt nachzuweisen sein müssten. Ueber die genaueren Verhältnisse der Oberhaut bei Embryonen siehe meine Mikr. Anat. II. I. §. 21.

Das Pigment des *Rete Malpighii* entsteht bei den gefärbten Menschenracen wie bei den Europäern erst nach der Geburt, doch färben sich bei erstern (Neger) die Ränder der Nägel, der Warzenhof und die Zeugungstheile schon bis zum dritten Tage, und am fünften und sechsten Tage verbreitet sich die Schwärze über den ganzen Körper.

Zur Untersuchung der Haut dienen vorzüglich senkrechte und wagerechte Schnitte frischer, getrockneter und gekochter Präparate. Die Oberhaut löst sich durch Erweichung in Wasser, durch Kochen, und, wo sie nicht dick ist (Genitalien z. B.), auch durch Essigsäure und Natron in grossen Fetzen und leicht von der Lederhaut, so dass dann ihre untere Fläche und die Papillen des *Corium* aufs Schönste zur Anschauung kommen und die letztern auch frei für sich oder in einzelnen Gruppen zu erforschen sind. An frischer Haut ist ihre Stellung und Zahl an Flächenschnitten, die durch die Papillen und die tiefen Oberhautlagen gehen, schnell und leicht zu erkennen. Ihre Gefässe erforscht man an dünnen Hautstellen (Genitalien, Lippen) im frischen Zustande oder mit denen der übrigen Haut an eingespritzten Stücken, ihre Nerven an senkrechten Schnitten, an blossgelegten Papillen oder in dünnen Hautflächen (*Praeputium, Glans*, Augenlider, *Conjunctiva Bulbi*) nach Zusatz von Essigsäure und verdünntem *Natron causticum* oder nach *Gerber's* und *Krause's* Methode. *Gerber* kocht die Haut durchscheinend, legt sie einige Stunden in Terpentinöl, bis die Nerven weiss und glänzend sind, und untersucht dieselben dann an mit dem Doppelmesser geschnittenen feinen, senkrechten Scheiben. Nach *Krause* sieht man die Nerven sehr gut nach Behandlung der Haut mit Salpetersäure, wenn man das rechte Maass der Einwirkung getroffen hat. Für die Endkolben empfehlen sich theils ganz frische, theils einige Tage in Essigsäure durchsichtig gemachte Stücke am besten der *Conjunctiva*. An den Tastkörperchen blossgelegter Papillen zeigt *Natron caust. dilutum* die Nerven auf kurze Zeit ganz schön, doch ist Essigsäure im Allgemeinen mehr zu empfehlen, da sie diese Theile weniger angreift und auch die Kerne der Hülle und das Neurilem des Nerven zeigt. *Pacini'*sche Körperchen untersucht man am besten aus dem *Mesenterium* der Katze ohne alle Zusätze und auch, für die Hüllen, nach Behandlung mit Essigsäure, doch sind sie auch beim Menschen nicht schwer zu erhalten und im Innern ziemlich klar. Das elastische Gewebe der Haut tritt durch Essigsäure, Natron und Kali sehr schön hervor. Die glatten Muskeln sind in der *Tunica dartos* leicht darzustellen, schwieriger am *Penis* und im Warzenhofe, wo man schon besser mit ihnen vertraut sein muss, um sie in allen Fällen mit blossem Auge zu erkennen; an den Haarbälgen sieht man sie mit dem Mikroskope, wenn man einen Balg mit den dazu gehörenden Talgdrüsen für sich dargestellt hat, namentlich nach Anwendung von Essigsäure, als kleine Bündel neben und vor den Talgdrüsen und am besten und sehr leicht an senkrechten Schnitten gekochter Haut. Die Untersuchung der Fettzellen ist besonders bei magern Individuen lohnend, allwo man ihre Hüllen und Kerne leicht sieht; sonst stellt man erstere durch Ausziehen des Fettes mit Aether leicht dar, schwierig die Kerne, die man aber mehr zufällig hie und da auch an gefüllten Zellen sieht. Die Oberhaut muss in ihrer *Malpighi'*schen Schicht vorzüglich frisch und mit Essigsäure und verdünntem Natron auf feinen senkrechten Schnitten erforscht werden, die Hornschicht vor Allem durch Zuziehung von Alkalien in senkrechten und Flächenschnitten, doch lösen sich ihre Elemente auch schon nach einigem Erweichen in Wasser von einander und sind für den Geübten auch an frischen Schnitten von der Seite und der Fläche zu erkennen.

Literatur der Haut. *Gurlt*, Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in *Müll.* Archiv 1835, p. 399; *Raschkow, Meletemata circa mammal. dentium evolut. Vrat.* 1835; *Simon*, Ueber die Structur der Warzen und über Pigmentbildung in der Haut, in *Müll.* Arch. 1840, p. 167; *Krause*, Artikel »Haut« in *Wagner's* Handw. der Physiol. II, 1844, p. 127; *Kölliker*, Zur Entwickelungsgeschichte der äussern Haut in Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. II. p. 67; histiologische Bemerkungen ebend. Bd. II. p. 118; *Eylandt, De musculis organicis in cute humana obviis. Dorp. Liv.* 1850; *J. Lister, Obs. on the muscular tissue of the skin in Quart. Journ. of micr. science* 1853; *E. Oehl, Indagini di Anat. micr. per servire allo studio dell epidermide e della cute palmare. Milano* 1857. *con* 8 *tavole*; *Rollett*, Structur des Bindegewebes in Wiener Sitzungsberichte Bd. 30. p. 20; *Leydig*, Ueber die äuss. Bedeckungen d. Säugethiere in *Müll.* Arch. 1859, p. 677; *H. Müller* in Würzb. naturw. Zeitschr. II. p. 54 (glatte Hautmuskeln bei Säugern). Ueber die Tastkörperchen vergl. man *R. Wagner*, in Allg. Augsb. Zeit. Jan., Febr. 1852; Gött. Nachr. 1852. Nr. 2; *Müll.* Arch. 1852. p. 493; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 1 u. Bd. VIII; *G. Meissner*, Beiträge zur Anatomie u. Phys. der Haut. Leipz. 1853; *Gerlach* in Ill. med. Zeit. II. Heft 2; *Ecker, Icon. phys. Tab. XVII*; *Huxley*,

in *Microsc. Journal. Vol. II. p.* 3; *Leydig* in *Müll.* Arch. 1856; *W. Krause*, Die Terminalkörperchen der einfach sensiblen Nerven, Hannover 1860, und Anatom. Unters. 1861; im ersten Werke ist die gesammte Literatur der Gefühlskörperchen so verzeichnet, dass weitere Anführungen hier überflüssig sind. — Ueber die *Pacini*'schen Körperchen allein geben besonders Aufschluss *Pacini, Nuovi organi scoperti nel corpo umano. Pistoja* 1840; *Henle* und *Kölliker*, Ueber die *Pacini*'schen Körperchen des Menschen und der Thiere. Zürich 1844; *Herbst*, Die *Pacini*'schen Körp. u. ihre Bedeutung. Gött. 1847; *Will* in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1850; *Leydig* in Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 75; *Kölliker* Ibid. S. 118; *Keferstein* in Gött. Nachr. 1858. No. 8. Ausserdem berücksichtige man besonders die Werke von *Simon* (Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert, 2. Aufl. Berlin 1851); *v. Bärensprung* (Beiträge zur Anat. und Pathol. der menschl. Haut, 1848) und *Krämer* (Ueber Condylome und Warzen, Göttingen 1847). Abbildungen geben *R. Wagner, Icon. phys.*; *Berres, Tab. VI. VII. XXIV*; *Arnold, Icon. org. sens. Tab. XI*; *Hassall, Tab. XXIV. XXVI. XXVII*; ich selbst (Mikr. Anat. Taf. I.) und *Ecker, Icon. phys. Taf. XVII.*

II. Von den Nägeln.

§. 54.

Die Nägel, *Ungues*, sind nichts als eigenthümlich umgewandelte Epidermistheile und zerfallen wie diese in zwei Lagen, in eine weiche Schleimschicht und in eine Hornschicht oder den eigentlichen Nagel.

Die Lederhautstelle, auf welcher der Nagel aufsitzt, oder das Nagelbett entspricht in seiner Gestalt demselben genau, ist länglich viereckig, in der Mitte gewölbt, nach vorn und hinten und besonders nach den Seiten sich abdachend. Sein vorderer und mittlerer Theil liegen, wenn der Nagel sammt der Oberhaut durch Erweichen in Wasser entfernt ist, frei zu Tage, seine Seitenränder und sein hinterster Abschnitt dagegen sind von einem vorn niedrigen und abgerundeten, hinten scharfen und längern Vorsprunge der *Cutis*, dem Nagelwalle, überwölbt, der in Verbindung mit dem Nagelbette eine Falte, den Nagelfalz, bildet, welche die Seitenränder und mit ihrem 2—3‴ tiefen hintersten Theile die Wurzel des Nagels aufnimmt (Figg. 66. 68).

Das Nagelbett besitzt an seiner Oberfläche eigenthümliche, denen der Handfläche und Fusssohle ähnliche Leistchen (Fig. 66. *a*). Dieselben begin-

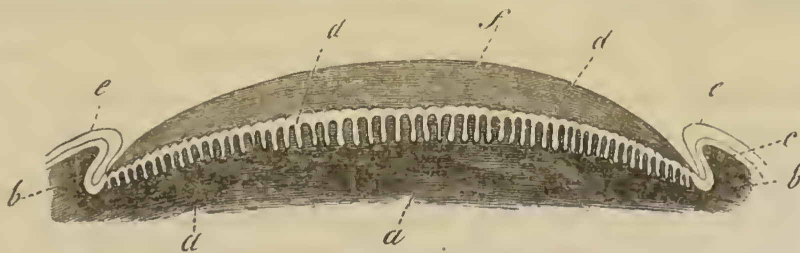


Fig. 66.

nen im Grunde des Nagelfalzes am hintern Rande des Nagelbettes und gehen, wie *Henle* (p. 270) richtig bemerkt, fast wie von einem Punkte von der Mitte desselben aus. Die mittleren ziehen gerade nach vorn, die seitlichen beschrei-

Fig. 66. Querschnitt durch den Nagelkörper und das Nagelbett, etwa 8mal vergr. *a*. Nagelbett mit seinen Leistchen (schwarz). *b*. Lederhaut der seitlichen Theile des Nagelwalles. *c*. *Stratum Malpighii* von ebendaselbst. *d*. *Stratum Malpighii* des Nagels mit seinen Leistchen (weiss). *e*. Hornschicht am Nagelwalle. *f*. Hornschicht des Nagels oder eigentliche Nagelsubstanz mit kurzen Zacken an der untern Fläche.

ben zuerst einen Bogen, der um so stärker ist, je weiter nach aussen die Leistchen liegen und wenden sich dann ebenfalls nach vorn. In einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}'''$ von ihrem Ursprunge werden dieselben alle auf einmal höher und vorspringender und gestalten sich zu wirklichen Blättern von 0,024—0,1''' Höhe, die geraden Weges bis fast zum vordersten Rande des Nagelbettes verlaufen und dann wie abgeschnitten enden. Die Grenze zwischen den Leistchen und Blättern hat die Gestalt einer nach vorn gebogenen Linie, die das Nagelbett in zwei, auch durch Färbung und Grösse verschiedene Abschnitte theilt, von denen der hintere kleinere, grösstentheils vom Nagelwalle bedeckte und blassere die Nagelwurzel, der vordere grössere und röthlich gefärbte den Nagelkörper aufnimmt. Leistchen und Blätter des Nagelbettes, deren Zahl zwischen 50 und 90 schwankt, sind an ihrem Rande mit Einer Reihe kurzer, nach vorn gerichteter Papillen von 0,008—0,016''' besetzt, welche jedoch nach *Reichert* und *Ammon* an den hintern und mittleren Theilen der eigentlichen Blätter auch fehlen können oder ziemlich weit auseinanderstehen *(R. Wagner)*. Ausserdem zeigen sich, wie ich mit *Henle* finde, im Grunde des Nagelfalzes einige quere Falten mit stärkeren nach vorn gerichteten Papillen von 0,07—0,1'''; ferner vorn, wo die Blätter aufhören, ebenfalls lange, einzeln stehende Papillen. — Am Nagel der kleinen Zehe stehen die Papillen häufig nicht auf Leistchen, sondern mehr zerstreut. Der Nagelwall besitzt auf seiner untern Fläche keine Leistchen und selten hie und da eine Papille. Diese beginnen wieder ziemlich lang an seinem Rande und gehen von da auf seine obere Fläche über, welche in Nichts von der *Cutis* des Rückens der Finger und Zehen verschieden ist.



Fig. 67.

Die Lederhaut des Nagelwalles und Nagelbettes ist derb, auch in der Tiefe fettarm und in den Leistchen und Blättern sammt ihren Papillen reich an feinen elastischen Fasern. Die Gefässe sind besonders im vordern Abschnitte des Nagelbettes zahlreich, hinten, wo die Nagelwurzel aufliegt und am Nagelwalle spärlicher; ihre Capillaren von 0,005—0,008''' finden sich am Rande der Blätter, gehen, wo die Papillen derselben entwickelter sind, auch in diese ein und bilden die einzelnen Capillaren oft mehrere Schlingen (Fig. 67). Die Nerven verhalten sich in der Tiefe wie in der Haut, dagegen habe ich bis dahin weder Endschlingen noch Theilungen an ihnen sehen können und überhaupt, wie auch *R. Wagner* neulich, in den Blättern noch keine Nerven gefunden.

Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel, den Körper und den freien Rand (Fig. 68). Die weichere Wurzel (Fig. 68. *l*) entspricht in ihrer Ausdehnung dem hintern, Leistchen tragenden Theile des Nagelbettes, steckt entweder ganz in dem Nagelfalze oder liegt — manchmal nur am Daumen, andere Male an den drei ersten, ja selbst an allen fünf Fingern — mit einer kleinen halbmondförmigen Fläche, dem Möndchen *(Lunula)*, frei zu Tage. Ihr hinterer Rand ist zugeschärft, leicht aufwärts gebogen und der dünnste und zugleich biegsamste Theil des Nagels. Der von hinten nach vorn an Dicke und Breite zunehmende harte Körper (*k*) liegt mit seiner obern

Fig. 67. Capillaren des Nagelbettes nach *Berres*.

Fläche grösstentheils frei zu Tage, mit den etwas zugeschärften dünnen Rändern in den Seitentheilen des Nagelfalzes und mit der untern Fläche auf dem

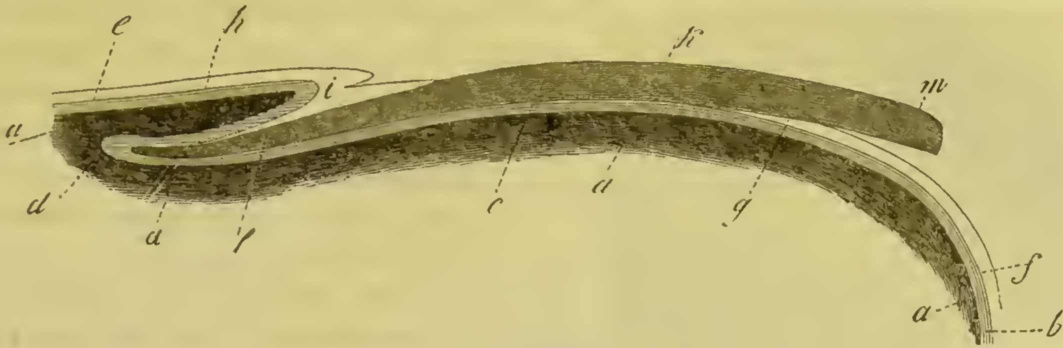


Fig. 68.

vordern Abschnitte des Nagelbettes; der freie Rand endlich (*m*) ist an beschnittenen Nägeln gerade nach vorn gerichtet, soll dagegen im entgegengesetzten Falle sich um die Fingerbeere nach unten krümmen und mit dem übrigen Nagel zusammen eine Länge von 2″ erreichen.

Die untere Fläche des Nagelkörpers und der Wurzel entspricht in ihrer Gestalt genau dem Nagelbette und es finden sich daher an derselben ebenfalls Blätter und Leistchen, so wie Furchen in ähnlicher Anordnung wie auf dem Nagelbette, nur ist der Rand der Blätter hier nicht mit Papillen besetzt, sondern geradlinig, dagegen die Furchen, statt wie am Nagelbette mit ebenem Grunde, zur Aufnahme der Papillen mit seichten Grübchen versehen. Indem die beiderseitigen Erhabenheiten und Vertiefungen ineinandergreifen, wird eine innige Verbindung des Nagels mit der *Cutis* hervorgebracht, die dadurch noch fester wird, dass auch der Nagelwall mit seiner untern Fläche sich auf die Ränder des Nagelkörpers und auf die Wurzel auflegt.

Die Farbe des Nagels ist, so lange derselbe in seiner natürlichen Lage sich befindet, am freien Rande durchscheinend, am Körper, mit Ausnahme eines ganz schmalen helleren Saumes dicht hinter dem Anfange des freien Randes, röthlich, an der *Lunula* weisslich, welche zwei letzteren Färbungen grösstentheils von der durch den Nagel durchschimmernden Lederhaut und ihren Blutgefässen herrühren. Von der Epidermis und *Cutis* getrennt, ist der Nagel ziemlich gleichmässig weisslich durchscheinend, jedoch an der Wurzel ebenfalls etwas weisslicher als am Körper.

§. 55.

Bau des Nagels. Der Nagel besteht in der Tiefe aus einer weichen weisslichen Schleimschicht, die noch schärfer als bei der gewöhnlichen Oberhaut von der harten äussern Hornschicht oder dem eigentlichen Nagel sich scheidet. Dieselbe überzieht die ganze untere Fläche der Nagelwurzel und des Nagelkörpers, manchmal auch einen kleinen Theil der oberen Fläche der Wurzel und bildet für sich allein die oben erwähnten Blätter an der un-

Fig. 68. Längsschnitt durch die Mitte des Nagels und Nagelbettes, ungefähr 8mal vergr., *a.* Nagelbett und *Cutis* von Fingerrücken und Fingerspitze, *b.* Schleimschicht der Fingerspitze, *c.* des Nagels, *d.* des Grundes des Nagelfalzes, *e.* des Fingerrückens, *f.* Hornschicht der Fingerspitze, *g.* Beginn derselben unter dem Nagelrande, *h.* Hornschicht des Fingerrückens, *i.* Ende derselben auf der obern Fläche der Nagelwurzel, *k.* Körper, *l.* Wurzel, *m.* freier Rand der eigentlichen Nagelsubstanz.

tern Fläche des Nagels. Ihre Dicke beträgt an der Wurzel ganz hinten auf der untern Seite 0,12‴, auf der obern 0,15‴, dicht hinter dem Rande der Wurzel in gerader Richtung von hinten nach vorn 0,24—0,26‴, am Nagelkörper an den Blättern mehr nach hinten zu und am Rande 0,04—0,05‴, in der Mitte 0,06‴, selbst 0,08—0,096‴ und 0,12‴, zwischen denselben endlich 0,032—0,04‴.

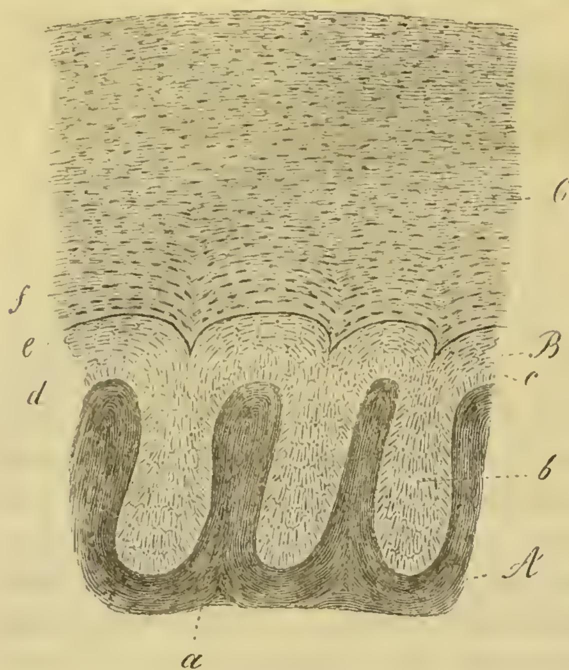


Fig. 69.

Die *Malpighi*'sche Schicht des Nagels besteht wie die der Oberhaut durch und durch aus kernhaltigen Zellen und stimmt in allem Wesentlichen mit derselben überein, ausser dass sie in der Tiefe mehrere Lagen länglicher (von 0,004—0,007‴), senkrecht stehender Zellen enthält, wodurch ein streifiges Ansehen entsteht, das *Günther* verleitet hat, unter dem Nagel besondere Drüsen anzunehmen. Beim Neger ist nach *Béclard (Anat. générale p.* 309) das *Stratum Malpighii* des Nagels schwarz und nach *Krause* (l. c. p. 124) sollen diese Zellen hier dunkelbraune Kerne enthalten, sowie gelbbräunliche bei brünetten Europäern. Nach *Hassall* (p. 252) enthalten überhaupt die jüngern Zellen des Nagels, d. h. die der Schleimschicht, Farbstoff, was ich wenigstens für einzelne Fälle bestätigen kann. Die obersten Zellen der Schleimschicht unter dem ganzen Körper des Nagels werden von *Reichert* als Hornschicht der Epidermis betrachtet, die sich von vorne her unter dem Nagel hinziehe, mit welchem Grunde, sehe ich nicht ein, da die fraglichen Zellen alle Kerne haben und ebenso beschaffen sind, wie die übrigen Schleimschichtzellen. Dagegen bilden sich in gewissen Fällen runde, längliche oder birnförmige Gruppen von Schleimschichtzellen unter dem Nagel zu Hornplättchen um *(Ammon)*, die selbst ganz in der Lederhaut drin liegen können *(Virchow)* und zur Annahme von blasigen Gebilden geführt haben, wie sie *Rainey* an der Grenze zwischen Wurzel und Körper im Nagelbette beschreibt.

Die Hornschicht des Nagels oder die eigentliche Nagelsubstanz (Fig. 66. *f*; 68. *k*, *l*, *m*; 69. *e*) ist der harte spröde Theil des Nagels, welcher den freien Rand und den obern Theil desselben bildet. Die untere Fläche dieser Schicht ist an der Wurzel zu hinterst ganz eben, weiter nach vorn zeigt dieselbe scharfe, durch breite Furchen geschiedene Leisten, die in Furchen der Schleimschicht des Nagels eingreifen. Diese Leisten der eigentlichen Nagelsubstanz zeigen sich auf Querschnitten (Fig. 66. 69) als spitze

Fig. 69. Querschnitt durch den Nagelkörper, 350mal vergr. *A. Cutis* des Nagelbettes. *B.* Schleimschicht des Nagels. *C.* Hornschicht desselben oder eigentliche Nagelsubstanz. *a.* Blätter des Nagelbettes. *b.* Blätter des *Stratum Malpighii* des Nagels. *c.* Leistchen der eigentlichen Nagelsubstanz. *d.* Tiefste senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht des Nagels. *e.* Obere platte Zellen derselben. *f.* Kerne der eigentlichen Nagelsubstanz.

Zacken von 0,01—0,02''' Länge, die in der Regel an den Rändern des Nagels am stärksten, bis zu 0,04—0,06''' entwickelt sind und in ihrer Zahl genau den Blättern der untern Seite des *Stratum Malpighii* entsprechen. Die obere Fläche der Nagelsubstanz ist im Ganzen genommen eben, doch finden sich auch hier noch oft recht deutliche, gleichlaufende Längsstreifen oder Riffe als letzte, freilich sehr verwischte Andeutung der Unebenheiten des Nagelbettes.

Die Dicke dieses Nageltheiles nimmt in der Regel von der Wurzel bis nahe zum freien Rande beständig zu, so dass der Körper vorn wenigstens dreimal dicker (von 0,3—0,4''') ist als erstere, und ist am freien Rande wieder etwas geringer. Auch im Querdurchmesser ist, mit Ausnahme des hinteren Wurzelrandes, die Nagelsubstanz nicht überall gleich dick, verdünnt sich vielmehr an den Seitenrändern bedeutend, so dass die Nägel zuletzt, wo sie im Falze liegen, nicht mehr als 0,06—0,12''' messen und endlich ganz scharf auslaufen.

Den Bau der eigentlichen Nagelsubstanz anbelangend, so ist derselbe ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen. Auf senkrechten Schnitten sieht man, namentlich am Körper, nichts als wagerecht verlaufende feine, gerade oder gebogene, gedrängt stehende Linien, welche man auf zarte übereinanderliegende Blätter zu beziehen geneigt ist, und zwischen denselben eine Menge länglicher, wagerecht gelagerter, dunkler oder eigenthümlich röthlich durchscheinender Streifchen, offenbar Kerne. Nur am hintersten Theile der Wurzel und an der untern Fläche, wo dieselbe an das *Stratum Malpighii* stösst, zeigen sich mehr oder weniger deutlich abgeplattete Zellen mit Kernen schichtweise gelagert. Flächenschnitte zeigen noch weniger als senkrechte Schnitte, nämlich ein blasses, durchscheinendes, hie und da körniges Gewebe, meist ohne Andeutung irgend welchen Baues, hie und da mit sehr undeutlichen Umrissen von Plättchen, ähnlich denen der Hornschicht der Oberhaut. Ganz anders fallen die Bilder nach Behandlung des Nagels mit Alkalien und Mineralsäuren aus, und lassen sich namentlich durch kurzes Kochen des Nagels in *Natron causticum* oder Befeuchten eines feinen Schnittes mit diesem Mittel, Alle Nagelplättchen in kernhaltige Zellen umwandeln, von denen die tiefern dicker, die oberflächlichen mehr abgeplattet sind.

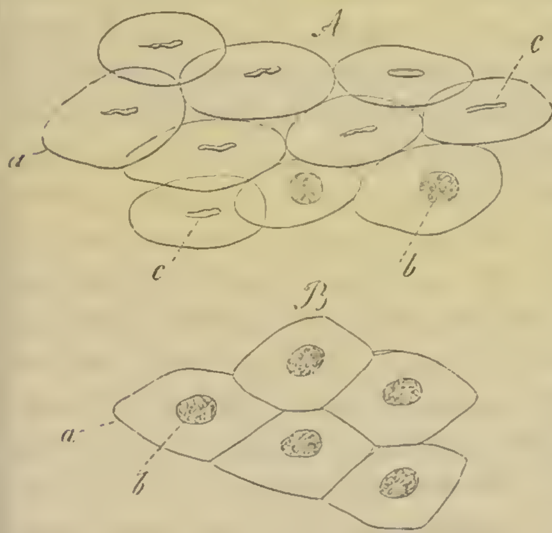


Fig. 70.

Aus diesen Thatsachen, zusammengehalten mit dem, was sich am unveränderten Nagel zeigt, ergibt sich, dass seine Hornschicht aus fest vereinigten, nicht scharf von einander geschiedenen Blättern, jedes Blatt aus einer oder mehreren Lagen kernhaltiger, vieleckiger platter Schüppchen oder Plättchen besteht, die denen der Hornschicht der Oberhaut, abgesehen von der Kernen,

Fig. 70. Nagelplättchen mit Natron gekocht, 350mal vergr. *A.* Von der Seite, *B.* von der Fläche. *a.* Hüllen der aufgequollenen Nagelelemente, *b.* Kerne derselben von der Fläche, *c.* dieselben von der Seite.

sehr gleichen und in den untersten Lagen dicker und im Umfange etwas kleiner als in den oberen und obersten Lagen sind. Als mittlere Grösse derselben kann die von 0,012—0,016''' angenommen werden, die beim Zusatze der sonst wenig einwirkenden Schwefelsäure und im Anfange der Einwirkung von Kali und Natron sich zeigt. Die Anordnung der Blätter anlangend, so schliesst *Virchow* aus dem Verlaufe derselben an krankhaft verdickten (gryphotischen) Nägeln, dass dieselben dachziegelförmig sich decken, in der Art, dass der vordere Rand eines Blattes immer den entsprechenden Rand des nächstfolgenden tieferen Blattes etwas überragt und bedeckt.

§. 56.

Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut anlangend, so verweise ich vor Allem auf die in den Figg. 66 und 68 gezeichneten, senkrechten und queren Durchschnitte. Dieselben zeigen einmal, dass die Oberhaut sich auf die Wurzel, den hintern Theil des Körpers und auf die Ränder des Nagels legt, und dass dieselbe auch unter dem freien Rande und an den vorderen Theilen der Seitenränder an denselben stösst. Diess geschieht in der Weise, dass, während die Schleimschicht der Oberhaut ununterbrochen und ohne Grenze in die des Nagels übergeht, die Hornschicht eigentlich nirgends in die wirkliche Nagelsubstanz unmittelbar sich fortsetzt, sondern theils mit ihren Blättern eben an dieselbe sich anlegt, theils in verschiedenen schiefen Winkeln auf sie stösst. An der Nagelwurzel zieht sich die Hornschicht mehr oder weniger tief in den Nagelfalz hinein, und geht zugleich auch als eine dünne, nach vorn sehr fein werdende Lage auf den obern freien Theil des Nagels bis gegen das Ende der *Lunula* oder den Anfang des Körpers. Vorn und hinten, an welch letzterem Orte diese Lage nicht selten den hintern Rand der Wurzel erreicht, stehen ihre Zellen der obern Nagelfläche gleich, in der Mitte dagegen, wo sie am stärksten ist (Fig. 68. *i*), schief oder senkrecht auf derselben. Aehnlich ist das Verhalten am freien Rande des Nagels, wo die Hornschicht zum Theil mit mehr wagerechten, zum Theil mit schiefen Blättern an das Ende der untern Nagelkörperfläche anstösst und auch wohl noch an den Anfang des freien Randes sich fortsetzt. An den Seitenrändern endlich legt sich die Hornschicht vorn mit wagerechten Blättern unter den Nagel und verhält sich weiter hinten wie an der Wurzel oder stösst einfach an den Nagelrand an. Es bildet so die Hornschicht eine Art Scheide für den Nagel, die in etwas an die Scheide des Haares erinnert, jedoch viel unvollständiger ist. Vergleichen wir den Nagel mit der Oberhaut, so finden wir in dem Baue seiner Schleimschicht auch nicht die geringste wichtigere Eigenthümlichkeit, wohl aber in der Hornschicht, die durch ihre härteren, auch chemisch abweichenden, kernhaltigen Zellen und die Abplattung und innige Verbindung derselben von der Hornschicht der Epidermis sich unterscheidet. Immerhin aber ist die Uebereinstimmung auch der letztern Gebilde so gross, dass der eigentliche Nagel, wie diess auch längst geschieht, mit vollkommenem Rechte als ein umgewandelter Theil der Hornschicht der letzten Finger- und Zehenglieder betrachtet werden kann.

Nach *Lauth* enthält der Nagel mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut und verdankt demselben seine Härte, was richtig zu sein scheint, indem *Mulder* (Phys. Chemie

p. 536, in den Nägeln des Menschen 1% von genanntem Salz, in der Epidermis aber als gesammten Aschengehalt nur ungefähr 1% fand.

Was den blättrigen Bau des eigentlichen Nagels anlangt, so ist derselbe ungefähr in ähnlicher Weise wie bei der Hornschicht der Oberhaut zu denken, nur nicht so deutlich, weil die Nagelplättchen viel fester verbunden sind, als die Schüppchen der Epidermis. Durch Reagentien tritt aber die Schichtenbildung sehr deutlich hervor und ebenso an krankhaft verdickten und verkrümmten Nägeln.

§. 57.

Wachsthum der Nägel. Die Nägel wachsen, so lange sie geschnitten werden, beständig fort; dagegen ist das Wachsthum derselben beschränkt, wenn diess nicht geschieht. In diesem Falle, der bei lange bettlägerigen Kranken und bei den Völkern Ostasiens zu beobachten ist, werden die Nägel 1½—2″ lang (bei den Chinesen nach *Hamilton* 2″), und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum.

Beim Wachsthume des Nagels verändert die Schleimschicht desselben ihre Lage durchaus nicht, wohl aber seine Hornschicht, die beständig nach vorn geschoben wird. Die Bildung der Elemente derselben durch Verhornung der Zellen der Schleimschicht des Nagels hat an allen den Stellen Statt, wo sie mit der letztern in Verbindung ist, mit andern Worten, an ihrer ganzen untern Fläche mit Ausnahme des freien vorderen Randes, ferner bei vielen Nägeln auch an einer ganz kleinen Stelle der oberen Fläche ihrer Wurzel, endlich am hinteren Wurzelrande selbst, doch sind die Theile der Wurzel diejenigen, die am raschesten wachsen, während der Nagelkörper langsamer sich bildet, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Nagel an der Grenze zwischen Wurzel und Körper nicht viel dünner ist als vorn am Körper selbst, und dass an der Wurzel der Uebergang der Zellen des *Stratum Malpighii* in Nagelzellen leicht, am Körper dagegen schwer nachzuweisen ist, wo er von *Reichert* selbst ganz geläugnet wird, womit ich nicht einverstanden bin (s. meine Mikr. Anat. p. 90, 91). Durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande und, wie ich *Reichert* zugebe, auch an der untern Fläche der Wurzel wächst der Nagel nach vorn, durch das Hinzutreten solcher an seiner unteren Fläche verdickt er sich. Das Längenwachsthum überwiegt dasjenige in die Dicke, einmal weil die erst rundlichen Zellen, indem sie von hinten und unten her nach vorn und oben rücken, immer mehr sich abplatten und verlängern, und zweitens weil die Zellenbildung an der Wurzel viel lebhafter ist als vorn. Die einmal gebildeten Nagelplättchen werden, indem sie nach vorn und oben rücken, immer platter und härter, verlieren jedoch ihre Kerne nie. Abgesehen hiervon gehen mit den Elementen der Hornschicht des Nagels keine weiteren Veränderungen vor und verhalten sich dieselben im Allgemeinen, anatomisch und physiologisch, wie die des fertigen Haares und der Hornschicht der Oberhaut.

In Bezug auf die pathologischen Zustände des Nagels hebe ich Folgendes hervor: die Nägel erzeugen sich leicht wieder, wenn sie bei Quetschungen, Verbrennungen, Erfrierungen, Hautkrankheiten, (Scharlach z. B.), in Folge von Entzündungen, Ausschwitzungen, Eiterungen und Blutergüssen des Nagelbettes abfallen, ja es kann, wie *Pechlin* erzählt, eine solche Wiedererzeugung selbst regelmässig sich wiederholen, indem ein Knabe jeden Herbst seine blauschwarz gewordenen Nägel sammt der Oberhaut (der Hornschicht?) verlor und wieder erhielt. In einem solchen Falle bedeckt sich

nach *Lauth* und *Hyrtl* das ganze Nagelbett mit weichen Hornplättchen, welche nach und nach erhärten, zu einem wirklichen Nagel sich gestalten und schliesslich mit dem freien Rande über die Fingerspitze vortreten. — Bei Verlust der vordern Fingerglieder entstehen in vielen Fällen unvollkommene Nägel auf dem Rücken der zweiten und selbst der ersten Phalanx. — Da die Bildung der Nagelsubstanz von den Gefässen des Nagelbettes abhängt, so lässt sich mit *Henle* annehmen, dass häufig wechselnde Zustände derselben auch ein unregelmässiges Wachsthum, stellenweise Verdickung, Verdünnung und selbst Ablösung der Nägel bewirken, und dass auch die Missstaltungen derselben bei *Cyanosis* und *Phthisis* hiervon abhängen. Sehr häufig rührt aber auch, wie ich beobachtet habe, die Verdickung und Missbildung der Nägel von theilweiser Unwegsamkeit der Capillaren des Nagelbettes her (s. Mikr. Anat. II. 1. p. 93). Nach Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* beobachtete *Steinrück* bei Kaninchen Ausfallen der Haare und Nägel, was von dem Einflusse der Nerven auf die Gefässe herzuleiten ist. Endlich ist auch die Gestalt des Nagelbettes auf die Bildung des Nagels von Einfluss. So erklärt sich, dass (siehe *Henle* l. c.) nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes die Neubildung am hintern Rande aufhört, der Nagel nicht mehr nach vorn wächst, sondern an allen Rändern genau anliegend das Nagelbett bedeckt. *Virchow* fand bei gryphotischen Nägeln den vordern Theil des Nagelbettes verkürzt, mit stellenweise 1—1½‴ hohen Leisten, deren Ränder bedeutende gefässhaltige Papillen trugen. Von diesem Punkte aus bildete sich eine blättrige, unten an den Nagelkörper anstossende Masse, die den Nagel aufrichtete und mit ihm bogenförmig um die Zehenspitzen selbst bis zu 2½″ Länge herum wuchs. In der blätterigen Masse fanden sich grössere und kleinere Hohlräume, deren Entstehung durch eine Aufsaugung ganzer Gruppen vergrösserter, mit Körnchen gefüllter Epidermiszellen nachzuweisen war. Bei stark aufgethürmten oder krallenartigen Nägeln findet sich wesentlich dasselbe, nur ist hier der Nagelfalz mit dem Nagelbette in eine weitere mehr offene Bucht umgewandelt. Pilze in Nägeln sahen *Meissner* (Arch. f. phys. Heilk. XII.) und *Virchow* (Würzb. Verh. V).

§. 58.

Die Entwickelung des Nagels beginnt im dritten Monate mit der Bildung des Nagelbettes und Nagelfalzes, welche dadurch von den übrigen Theilen sich abgrenzen, dass durch eine Wucherung der Haut allmählich der Nagelwall entsteht. Anfänglich nun ist das Nagelbett von denselben Zellen bekleidet, welche auch an den übrigen Theilen die Oberhaut bilden (siehe §. 53), nur zeichnen sich schon im dritten Monate die Zellen des *Stratum Malpighii* durch ihre langgestreckte und vieleckige Gestalt (Länge derselben 0,004‴, Breite 0,001—0,0016‴) aus. Erst im vierten Monate tritt zwischen *Stratum Malpighii* und Hornschicht des Nagelbettes, welche letztere durch eine einfache Lage vieleckiger, deutlich kernhaltiger Zellen gebildet wird, eine einfache Schicht blasser, platter, jedoch ebenfalls vieleckiger und kernhaltiger, 0,009‴ grosser Zellen auf, die fest zusammenhängen und als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz anzusehen sind; zugleich verdickt sich auch das *Stratum Malpighii* unter diesen Zellen, so dass es bestimmt wenigstens aus zwei Zellenlagen zusammengesetzt ist. Demnach ist der Nagel ursprünglich ganz von der Oberhaut umschlossen, bildet sich auf dem ganzen Nagelbette in Form eines viereckigen Plättchens und entsteht zwischen der embryonalen Schleimschicht und Hornschicht ohne allen Zweifel durch eine Umwandlung der Zellen der Schleimschicht, wofür namentlich auch die geringe Grösse der ursprünglichen Nagelzellen spricht. In weiterer Entwickelung verdickt sich der Nagel durch Zutritt neuer Zellen von unten her (im fünften Monate beträgt die Dicke 0,024‴, im sechsten 0,04‴, wovon im letzteren 0,025 auf den eigentlichen Nagel kommen), vergrössert sich durch Aus-

dehnung seiner Elemente, und Ansatz neuer solcher an seine Ränder, bleibt jedoch noch bis zum Ende des fünften Monates unter der Hornschicht der Epidermis verborgen, bis er am Ende frei wird und im siebenten Monate selbst in die Länge zu wachsen beginnt, so dass er dann, seine grössere Weichheit und die Grösse abgerechnet, in nichts Wesentlichem mehr von einem fertigen Nagel sich unterscheidet. — Das Nagelbett anbelangend, so sind die Leistchen desselben schon am Ende des vierten Monates angedeutet und im fünften recht schön 0,02—0,024‴ hoch, 0,004—0,005‴ breit und 0,008—0,014‴ von einander abstehend, welche Grösse somit auch die Breite der Blätter des *Stratum Malpighii* bezeichnet.

Beim Neugebornen ist der ganze Nagel am Körper 0,3—0,34‴ dick, von denen 0,16‴ auf den eigentlichen Nagel, 0,14—0,18‴ auf das *Stratum Malpighii* kommen. Seine Elemente sind noch fast ganz wie im sechsten Monate und namentlich zeigen sich dieselben im eigentlichen Nagel auch ohne Reagentien noch ziemlich deutlich als länglich vieleckige kernhaltige Plättchen von 0,02—0,028‴, wie diess schon zum Theil *Schwann* bemerkte. Bemerkenswerth ist der an allen Nägeln vorkommende weit nach vorn ragende freie Rand. Derselbe ist bedeutend dünner und schmäler als der Nagelkörper und durch eine halbmondförmige Linie von demselben geschieden, vorn abgerundet, bis an 2‴ lang und offenbar nichts anderes als der Nagel aus einer frühern Zeit, der durch das im Laufe der Entwickelung eingetretene Längenwachsthum des Nagels nach vorn geschoben wurde. In der That entspricht derselbe auch in seiner Grösse so ziemlich einem Nagel aus dem sechsten Monate.

Bald nach der Geburt stösst sich der lange freie Rand des Nagels des Neugebornen wenigstens einmal, nach *Weber* selbst mehrmals, wahrscheinlich in Folge äusserer mechanischer Eingriffe, denen derselbe seiner Zartheit wegen nicht zu widerstehen im Stande ist, ab. Im sechsten und siebenten Monate nach der Geburt ist, wie ich finde, der Nagel, den die Kinder mit zur Welt bringen, ganz durch einen neuen ersetzt und im zweiten und dritten Jahre unterscheiden sich die Nagelplättchen in Nichts von denen des Erwachsenen, woraus hervorgeht, dass der Nagel durch Ansatz neuer Elemente an seinen Rändern und von unten her sich vergrössert und verdickt.

Zur Untersuchung der Nagelzellen und Plättchen dienen vorzüglich feine Schnitte frischer Nägel mit und ohne Zuziehung von Reagentien, vor Allem Natron und Schwefelsäure, welche die Nagelplättchen aufquellen machen. Behufs der Verhältnisse der einzelnen Nageltheile zu einander und zur Oberhaut muss man durch Erweichen oder Kochen in Wasser Cutis und Nagel trennen. Man sieht alsdann, dass der Nagel mit der Oberhaut von dem Finger sich löst, und erkennt auf Quer- und Längsschnitten die Art seiner Verbindung mit demselben. Auch das Nagelbett, seine Blätter und Leisten, der Nagelfalz, die Blätter am *Stratum Malpighii* des Nagels kommen auf diese Weise leicht zur Ansicht. Da feine Schnitte an einem solchen Nagel gerade an den wichtigsten Stellen, Rand und Wurzel, nicht leicht zu machen sind, so ist es auch nöthig, frische und mit der Cutis vom Knochen gelöste und getrocknete Nägel hierzu zu benutzen, welche dann alle wünschbare Aufklärung geben, indem Schnitte von solchen in Wasser leicht aufquellen und durch Essigsäure und Natron den Bau ihrer verschiedenen Schichten aufs Deutlichste offenbaren.

Literatur der Nägel. *A. Lauth, Sur la disposition des ongles et des poils. Mém. de la soc. d'hist. nat. de Strassbourg* 1830. 4.; *Gurlt*, Ueber die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugethiere. *Müll.* Arch. 1836. p. 262; *Reichert*, in *Müll.* Arch. 1841,

1851 und 52 Jahresbericht; *O. Kohlrausch*, Recension von *Henle's* allgem. Anatomie in Göttinger Anzeigen 1843. S. 24; *Rainey, on the structure and formation of the nails of the fingers and toes* in *Transact. of the microsc. Society. March.* 1849; *Berthold*, Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen in *Müll.* Arch. 1850; *R. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1852. p. 500. Taf. XIII. Fig. 1; *Virchow*, zur normal. und path. Anat. der Nägel und der Oberhaut in Würzb. Verh. V. p. 86; *Henle* in s. Splanchnologie 1862.

III. Von den Haaren.

§. 59.

An jedem Haare unterscheidet man den freien Theil, Schaft, *Scapus*, mit der verdünnten Spitze, von dem im Balge eingeschlossenen, der Wurzel, *Radix*. Jener ist in der Regel bei schlichten Haaren gerade und rundlich, bei gelockten wellenförmig gebogen und etwas abgeplattet, bei krausen und wolligen Haaren schraubenförmig gedreht und ganz platt oder leicht gerieft. Die Wurzel ist fast immer gerade, ziemlich drehrund, und wenigstens in ihren untersten Theilen weicher und dicker als der Schaft, sie endet bei lebenskräftigen Haaren mit einer noch weicheren, den Schaft $1\frac{1}{2}$—3mal an Dicke übertreffenden knopfförmigen Anschwellung, dem Haarknopfe oder der Haarzwiebel, *Bulbus pili (c)*, die hutförmig auf einem papillenartigen Fortsatze des Balges, auf der Haarpapille, *Papilla pili (i)* (weniger passend *Pulpa sive Blastema pili*, Haarkeim genannt), aufsitzt, oder mit andern Worten, dieselbe in eine Aushöhlung ihrer Basis aufnimmt.

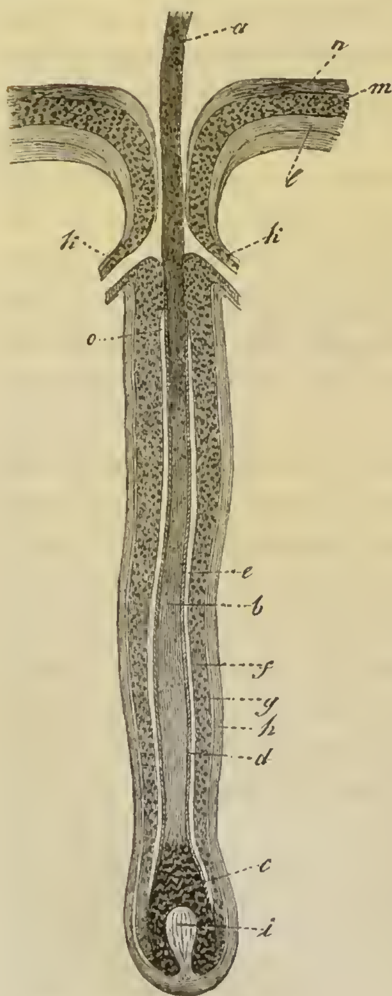


Fig. 71.

§. 60.

Vorkommen und Grösse der Haare. Die Haare sind fast über den ganzen Körper verbreitet, zeigen jedoch in Bezug auf Grösse und Zahl sehr bedeutende Verschiedenheit je nach Ort, körperlichen Eigenschaften, Alter, Geschlecht und Stamm. Erstere anlangend, so lassen sich, abgesehen von vielen Uebergängen, dreierlei Abarten derselben annehmen: 1) längere, weiche Haare von 1—3′ und mehr Länge, 0,02—0,05‴ Dicke, 2) kurze, starre, dicke Haare von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$″ Länge und 0,03—0,07‴ Dicke,

Fig. 71. Haar und Haarbalg von mittlerer Stärke, 50mal vergr. *a.* Haarschaft; *b.* Haarwurzel; *c.* Haarknopf; *d.* Oberhäutchen des Haares; *e.* innere Wurzelscheide; *f.* äussere Wurzelscheide; *g.* Glashaut des Haarbalges; *h.* quere und longitudinale Faserlage desselben; *i.* Haarpapille; *k.* Ausführungsgänge der Talgdrüsen mit Epithel und Faserlage; *l.* Cutis an der Mündung des Haarbalges; *m.* Schleimschicht; *n.* Hornschicht der Oberhaut, letztere etwas in den Balg sich hineinziehend; *o.* Ende der innern Wurzelscheide.

3) kurze, äusserst feine Haare, Wollhaare *(Lanugo)* von 1—6''' Länge und 0,006—0,01''' Dicke. Die Verbreitung der ersten Form ist bekannt; zur zweiten gehören die Haare am Eingange der Nasenhöhle *(Vibrissae)*, im äussern Gehörgange, die Augenwimpern *(Cilia)* und Augenbrauen, zur dritten endlich sind zu rechnen die Härchen im Gesicht, am Rumpfe und den Gliedern, auch die der *Caruncula lacrymalis* und die häufig fehlenden der *Labia minora (Henle)*.

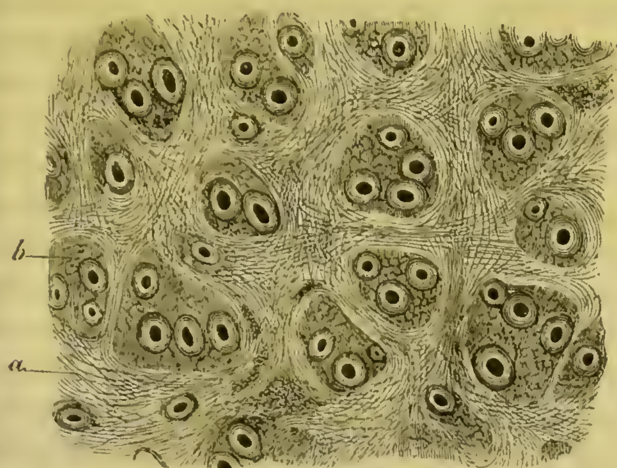


Fig. 72.

Die Haare stehen entweder einzeln oder je zu zweien oder dreien, selbst vieren und fünfen beisammen. Letzteres ist beim Fötus Regel, kommt aber auch beim Erwachsenen vorzüglich an Wollhaaren häufig noch vor, ebenso an den Haaren des Kopfes (Fig. 72). Wie *Osiander* und namentlich *Eschricht* gelehrt, ist die Richtung der Haare und Haarbälge selten gerade, sondern schief und zwar an den verschiedenen Stellen des Körpers in verschiedener Weise, was sich besonders leicht an den Haaren der Embryonen nachweisen lässt, jedoch, obschon minder deutlich, auch beim Erwachsenen sich kund gibt. Die Gesetzmässigkeit beruht darauf, dass die Haare in gebogenen Linien angeordnet sind, welche entweder nach bestimmten Punkten oder Linien zu streben oder von solchen nach zwei oder mehreren Richtungen ausstrahlen, wodurch eine Menge Zeichnungen entstehen, die man mit *Eschricht* als Ströme, Wirbel und Kreuze bezeichnen kann. Ströme mit gegeneinander gerichteten Haaren sind z. B. die Mittellinie des Rückens, der Brust, des Bauches, die Linie, die dem Schienbeinkamme entspricht u. s. w., solche mit entgegengesetzt gerichteten Haaren die Linie zwischen Brust und Bauch einerseits und dem Rücken andererseits u. s. w.: Wirbel und Kreuze mit zusammentretenden Haaren kommen in der Achselgrube, dem Scheitel, dem innern Augenwinkel, solche mit auseinanderfahrenden Haaren am Ellbogen vor. Mit Bezug auf Einzelheiten siehe *Eschricht* l. i. c.

§. 61.

Bezüglich auf den feineren Bau lassen sich an jedem Haare ohne Ausnahme zwei, an vielen selbst drei Gewebe unterscheiden: 1) das Rindengewebe, besser Fasergewebe, welches weitaus den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, 2) das Oberhäutchen, ein zarter äusserer Ueberzug des Fasergewebes, 3) endlich das oft fehlende, in der Mitte gelegene Markgewebe.

Das Rinden- oder Fasergewebe, *Substantia fibrosa s. corticalis*, ist längsstreifig, sehr oft dunkel punktirt und gestrichelt oder gefleckt, und, abgesehen von den weissen Haaren, wo es durchscheinend ist,

Fig. 72. Querschnitt durch die Kopfhaut des Menschen, mit A. Ocul. I. Syst. I. eines Nachez. *a.* sich kreuzende Bindegewebsbündel; *b.* Gruppen von Haarbälgen.

mehr oder minder stark gefärbt, welche Färbung bald durch das ganze Gewebe ziemlich gleichmässig sich verbreitet, bald mehr auf gewisse längliche, körnige Flecken sich beschränkt. Der feinere Bau der Haarrinde, die Bedeutung ihrer Flecken und Streifen kann nur mit Hülfe von Säuren und Alkalien, welche überhaupt bei der Erforschung der Haare eine Hauptrolle spielen, und durch anderweitiges Verfahren hinreichend aufgeklärt werden. Behandelt man ein Haar in der Wärme mit starker Schwefelsäure, so lässt sich sein Fasergewebe viel leichter als vorher in platte, verschieden (gewöhnlich 0,002—0,005''') breite, lange Fasern zerlegen, die besonders durch ihre Starrheit und Brüchigkeit und ihre unregelmässigen, selbst zackigen Ränder und Enden sich auszeichnen und bei den hellen Haaren eine helle, bei dunklen eine dunkle Färbung besitzen. Diese sogenannten Haarfasern sind aber noch nicht die Elemente der Rinde, vielmehr muss jede derselben als eine Vereinigung von platten, mässig langen Faserzellen oder Plättchen angesehen werden, welche nach eindringlicher Behandlung eines Haares mit Schwefelsäure neben den Fasern in grosser Menge einzeln sich erhalten lassen. Dieselben (Fig. 73), die am besten als Plättchen des Fasergewebes oder Faserzellen der Rinde bezeichnet werden, sind platt und im Allgemeinen spindelförmig, 0,024—0,033''' lang, 0,002—0,004, selbst 0,005''' breit, 0,0012—0,0016''' dick, mit unebenen Flächen und unregelmässigen Rändern, quellen in kaustischen Alkalien nicht zu Bläschen auf und zeigen im Innern sehr häufig einen dunkleren Streifen, von dem gleich weiter die Rede sein soll, unter gewissen Verhältnissen auch körnigen Farbstoff; sonst sind sie gleichartig und lassen durchaus keine weiteren Elemente, wie z. B. Fäserchen, erkennen. Dieselben erscheinen der Länge nach fester mit einander verbunden als der Breite nach, daher auch die Rinde leicht in die langen, vorhin erwähnten Fasern sich spalten lässt. Die Fasern selbst, welche ich übrigens nicht gleichsam als zusammengesetzte Elemente der Rindensubstanz bezeichnen möchte, da ihre Elemente sich noch einzeln darstellen lassen und sie selbst viel zu unregelmässig sind, stellen, ohne so deutliche Lamellen zu bilden, wie z. B. die Plätt-

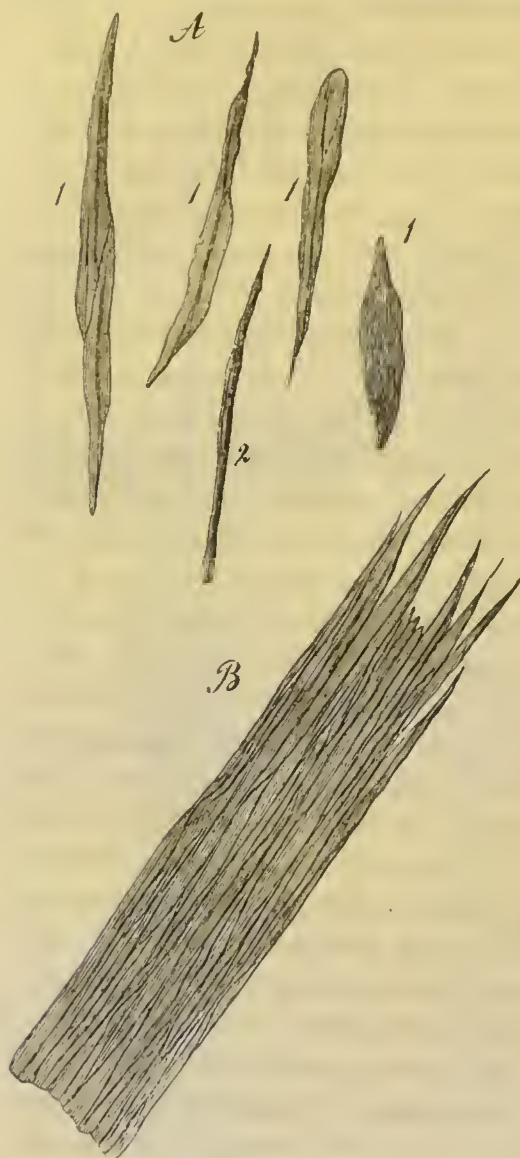


Fig. 73.

Fig. 73. Plättchen oder Faserzellen der Rinde eines mit Essigsäure behandelten Haares, 350mal vergr. *A*. Einzeln dargestellte Plättchen, 1 von der Fläche, (3 einzelne, 2 verbundene), 2 von der Seite. *B*. Eine aus vielen solchen Plättchen zusammengesetzte Schicht.

chen des Nagels und der Epidermis, indem sie von allen Seiten mit einander sich verbinden, ein festes Faserbündel dar und erzeugen eben hierdurch das Rindengewebe, den Haupttheil des Haares.

Die dunklen Flecken und Pünktchen und die Streifen der Rinde sind sehr verschiedener Natur und zwar vorzüglich 1) körniger Farbstoff, 2) mit Luft oder Flüssigkeit erfüllte Hohlräume und 3) Kerne. Die Flecken (Fig. 76) sind, wie besonders kaustisches Kali und Natron lehren, die das Rindengewebe ganz erweichen und aufquellen machen, ohne die Flecken anzugreifen, einem bedeutenden Theile nach nichts als Ansammlungen von Farbkörnchen, die in den Haarplättchen ihren Sitz haben, vorzüglich in dunklen Haaren häufig sind und in Bezug auf Grösse und Form sehr wechseln. Eine zweite Art von dunklen Flecken gleicht den gefärbten Ablagerungen sehr, ergibt sich jedoch als mit Luft erfüllte kleine Hohlräume (Mikr. Anat. Tab. II. Fig. 13), die in weissen und hellen Haaren oft sehr zahlreich vorkommen, in ganz dunklen Haaren dagegen und in der untern Hälfte der Wurzeln aller Haare fehlen. Endlich kommen drittens in der Rinde noch mässig dunkle schmale Streifen oder Linien vor, die einmal die Grenzlinien der einzelnen Faserzellen der Rinde, und zweitens die Kerne derselben sind. Es enthalten nämlich auch im Schafte des Haares die Rindenplättchen alle 0,01—0,016‴ lange, 0,0005—0,0012‴ breite spindelförmige Kerne, die man durch Zerreiben in Natron gekochter weisser Haare selbst für sich darstellen kann. Ausserdem zeigen sich in der Rindensubstanz und zwar besonders deutlich in einer weisslichen Stelle unmittelbar über der Zwiebel noch feine Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, selbst nach eindringlicher Behandlung mit Alkalien nicht leicht verschwinden, jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz machen; dieselben lassen sich nicht für sich darstellen, zeigen sich aber auch an den durch Schwefelsäure für sich erhaltenen Stückchen der Rinde und selbst an einzelnen von deren Elementen (Fig. 75) sehr deutlich.

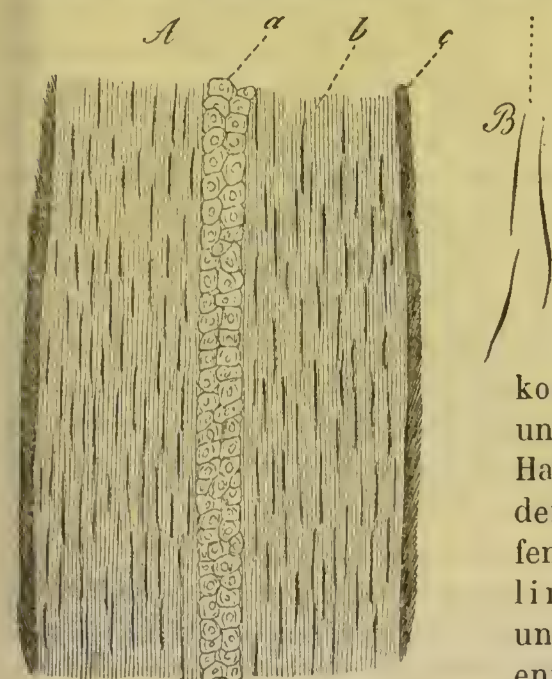


Fig. 74.

Die bisher gegebene Schilderung der Rinde galt vorzüglich von dem Haarschafte. An der Haarwurzel finden sich, so lange dieselbe noch fest und spröde ist, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse und erst in ihrer untern Hälfte, wo sie allmählich weicher, zuerst feinfaserig und dann körnig wird, ändert sich der Bau der Rinde nach und nach. Hier nämlich werden die oben geschilderten Plättchen zuerst weicher und gestalten sich immer

Fig. 74. *A.* Ein Stück eines weissen Haares nach Behandlung mit Natron 350mal vergr., *a* kernhaltige Zellen des Markes ohne Luft, *b.* Rindengewebe mit feiner Faserung und hervorgetretenen linienförmigen Kernen, *c.* Oberhäutchen mit stärker als gewöhnlich abstehenden Plättchen. *B.* Drei einzeln dargestellte linienförmige Kerne aus der Rinde.

deutlicher als längliche Zellen (Fig. 75) von 0,020—0,024''' Länge und 0,009—0,011''' Breite, deren stabförmige, gerade oder geschlängelte Kerne von 0,008—0,01''' bei Essigsäurezusatz äusserst kenntlich werden und auch leicht sich isoliren lassen. Dann gehen, indem auch der faserige Bau sich immer mehr verliert, die weichen und schon verkürzten Plättchen in länglichrunde Zellen mit kurzen Kernen über, die endlich in die Elemente des untersten dicksten Theiles des Haares, des Haarknopfes oder der Zwiebel, ohne Unterbrechung sich fortsetzen. Diese (Fig. 76) sind nichts anderes als runde Zellen von 0,003—0,006''', die dicht gedrängt beisammen liegen, und, ähnlich den Zellen der Schleimschicht der Epidermis, bald nur farblose Körnchen führen, bald mit dunklen Farbkörnchen so vollgepfropft sind, dass sie zu wahren Pigmentzellen werden. — Noch ist zu erwähnen, dass an der untern Hälfte der Wurzel auch das chemische Verhalten der Elemente der Rinde sich ändert, indem dieselben gegen Essigsäure, die die Plättchen des Schaftes durchaus nicht angreift, immer empfindlicher werden und auch in Alkalien viel schneller als im Schafte aufquellen und sich lösen.

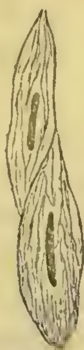

Fig. 75.



Fig. 76.

Bezüglich auf die Farbe der Rindensubstanz ist zu bemerken, dass dieselbe einmal von den Pigmentflecken, dann von den Lufträumen und drittens von einem aufgelösten, mit der Substanz der Rindenplättchen verbundenen Farbstoffe herrührt. Ersteres oder das körnige Pigment zeigt alle Wechsel von Hellgelb durch Roth und Braun bis Schwarz; der gelöste Farbstoff fehlt in weissen Haaren gänzlich, ist in hellblonden spärlich, am reichlichsten in dunkelblonden und rothen, sowie in dunklen Haaren vorhanden, in denen er für sich allein eine stark rothe oder braune Farbe bedingen kann. Auf Rechnung dieser beiden Pigmente vorzüglich kommt die Farbe der Rinde, doch ist meist bald das eine, bald das andere vorwiegend, und möchten nur in ganz lichten und stark dunklen Haaren beide ungefähr gleichmässig entwickelt sein.

§. 62.

Das Markgewebe, *Substantia medullaris*, ist ein in der Mittellinie des Haares von der Gegend über der Zwiebel an bis nahe an die Spitze ziehender Streifen oder Strang (Fig. 74. 77), der im Allgemeinen in den Wollhaaren und gefärbten Kopfhaaren häufig fehlt, in den dicken kurzen und stärkeren langen Haaren, sowie in weissen Kopfhaaren meist vorhanden ist. Kocht man weisse Haare mit kaustischem Natron, bis sie aufquellen und sich zusammenkrümmen, so lässt sich oft schon ohne weiteres durch einfaches Zerdrücken des weichen Haares die zellige Zusammensetzung des bei durchfallendem Lichte durchscheinend gewordenen Markstranges erkennen (Fig. 74 *a*): zerzupft man ein solches Haar sorgfältig, so gelingt es sehr leicht, die Markzel-

Fig. 75. Zwei Zellen aus der Rinde der Haarwurzel (dem feinstreifigen Theile derselben dicht über der Zwiebel) mit deutlichen Kernen und streifigem Ansehen, 350mal vergrössert.

Fig. 76. Zellen aus dem tiefsten Theile der Haarzwiebel 350mal vergr., *a.* aus einer gefärbten Zwiebel mit Pigmentkörnern und etwas verdecktem Kern, *b.* von einem weissen Haare mit deutlichem Kern und wenig Körnchen.

len zu mehreren reihenweise verbunden und selbst ganz für sich darzustellen (Fig. 78). Es sind dieselben rechteckige oder viereckige, seltener mehr rundliche oder spindelförmige Zellen von 0,007—0,01''' Durchmesser, hie und da mit dunklen Körnchen wie Fett und mit einem rundlichen, in vielen Fällen, wo das Alkali nicht zu sehr eingewirkt hat, deutlich sichtbaren hellen Flecke von 0,0016—0,002''', welcher offenbar einen verkümmerten Kern darstellt und durch Natron selbst etwas aufzuquellen scheint.

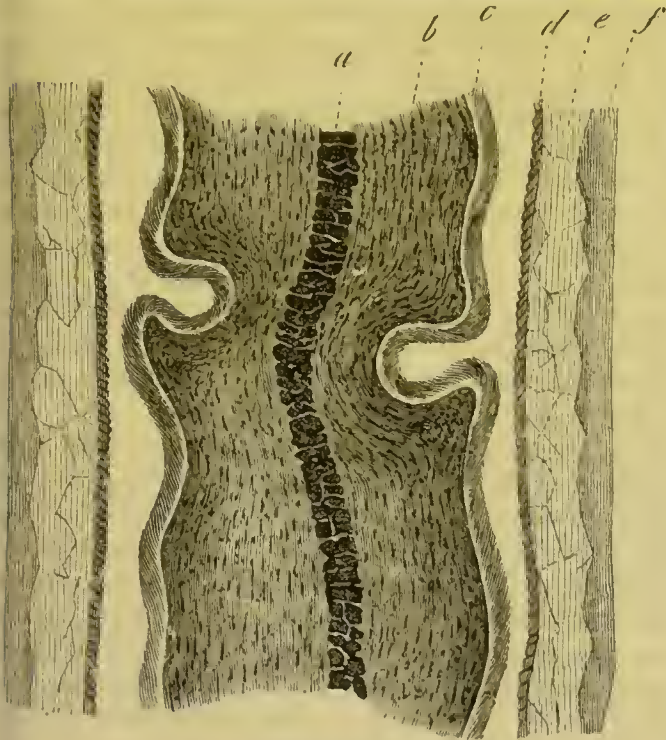


Fig. 77.


Fig. 78.

Im frischen Haare ist das Mark im Schafte silberweiss oder dunkel, welches Ansehen, wie viele günstige Objecte lehren, von rundlich-eckigen, je nach der Beleuchtung schwarzen (undurchsichtigen) oder weissen glänzenden Körnchen von ziemlich gleichmässiger, jedoch je nach den Haaren wechselnder Grösse von 0,0002—0,002''' erzeugt wird, die in grosser Menge die Markzellen erfüllen (Fig. 77). Diese Körner sind nicht Fett oder Pigment, wie man bis vor Kurzem allgemein annahm, sondern Luftbläschen, wie sich mit Leichtigkeit ergibt, wenn man ein weisses Haar in Wasser oder Aether kocht und mit Terpentinöl behandelt, in welchen beiden Fällen das Mark ganz hell und durchscheinend wird.

Der Durchmesser des Markes verhält sich im Allgemeinen zu dem des Haares selbst wie 1 : 3—5; im Ganzen und im Vergleiche zu den anderen Theilen am dicksten ist dasselbe in kurzen dicken Haaren, am dünnsten in Woll- und Kopfhaaren. Auf dem Querschnitte bildet es eine runde oder abgeplattete Figur, und die Zellen, die dasselbe zusammensetzen, stehen in 1—5, selbst noch mehr Längsreihen.

Trocknet man ein mit Wasser behandeltes Haar zwischen zwei Fingern, so nimmt es rasch, oft im Nu, auch für das blosse Auge sichtbar, seine alte weisse Farbe wieder an, und legt man es gleich nach dem Abtrocknen ohne Flüssigkeit oder nur mit einem Ende in solcher unter das Mikroskop, so ist nichts leichter als den Wiedereintritt der Luft und das Wiederdunkelwerden des Markes auch so zu sehen. Aber nicht nur bei weissen, sondern auch bei gefärbten Haaren enthält das Mark, frisch untersucht, Luft, doch erscheint dasselbe hier nicht rein silberweiss, sondern mit einem Stich ins Blonde, Rothe, Braune, welche Farbe jedoch nicht von einem besonderen Pigmente, das nur im Marke dunkler Haare hie und da sich findet, sondern von dem Durchschimmern durch die ge-

Fig. 77. Ein Theil der Wurzel eines dunklen Haares leicht mit Natron behandelt, 250mal vergr. *a.* Mark, noch lufthaltig und mit ziemlich deutlich hervortretenden Zellen, *b.* Rinde mit Pigmentflecken, *c.* innere Lage des Oberhäutchens, *d.* äussere Lage desselben, *e.* innere Lage der innern Wurzelscheide (*Huxley's* Schicht), *f.* äusserer durchlöcherter Theil derselben (*Henle's* Schicht).

Fig. 78. Acht Markzellen mit blassen Kernen und fettartigen Körnchen aus einem mit Natron behandelten Haare, 350mal vergr.

färbte Rinde herrührt. Eine genauere Untersuchung der Markzellen lehrt, dass dieselben im frischen Zustande in einem zäheren Inhalte viel kleine rundliche Hohlräume enthalten, in denen eben die Luftbläschen sitzen, die ihnen das beschriebene körnige Ansehen ertheilen. Beobachtet man, wie die ausgetriebene Luft das Mark eines getrockneten Haares wieder erfüllt, so glaubt man zu sehen, dass alle Hohlräume einer und derselben Zelle miteinander zusammenhängen, wenigstens gelangt die Luft häufig in ununterbrochenen sich schlängelnden Strömchen aus einem Hohlraume in den andern, ja man möchte fast glauben, dass die Hohlräume benachbarter oder vieler Zellen zusammenhängen, wenn man hin und wieder die Luft blitzschnell das Mark erfüllen sieht. Dem mag in einigen Fällen so sein, es ist jedoch denkbar, dass, auch wenn die besagten Hohlräume der verschiedenen Zellen ganz geschlossen, und nur durch zarte Scheidewände von einander getrennt sind, die Luft ebenfalls rasch und unter den bezeichneten Erscheinungen das Mark zu füllen im Stande ist. Uebrigens sind die Höhlungen der Markzellen, mögen sie nun ganz geschlossen sein oder nicht, verschieden gross, indem das Ansehen des lufthaltigen Markes bald fein- bald grobkörnig ist. Ich habe auch Fälle gesehen, wo die Markzellen offenbar jede nur Eine grosse Luftblase enthielten und fast wie kleine Fettzellen sich ausnahmen. Sehr häufig finden sich im Marke einzelne grössere oder kleinere luftleere und daher blasse Stellen und ohne Ausnahme ist dies bei den untersten Theilen des Markes dicht über der Zwiebel der Fall.

Bei Thieren verlängert sich, wie man schon längst weiss und in der neuesten Zeit besonders *Bröcker* dargethan hat, die Haarpapille oft weit, selbst bis in die Spitze von Haaren, Borsten und Stacheln, und trocknet später ein, allein hier zeigt dieselbe nie, selbst nach Einwirkung von Kali nicht, einen zelligen Bau, während dieser in dem oft ebenfalls vorhandenen Marke immer deutlich ist. Etwas ähnliches behaupten *Reichert* und *Reissner* für das menschliche Haarmark. Ich habe jedoch bis jetzt an weissen menschlichen Haaren, die das Mark am schönsten zeigen, vergebens nach einer solchen Verlängerung der Papille gesucht; immer finde ich, ich mag das Haar behandeln wie ich will, das Mark, selbst in der Zwiebel, durch und durch aus den deutlichsten Zellen zusammengesetzt und keine Spur einer zweiten innern Substanz. Ich kann daher vorläufig unmöglich zugeben, dass das Mark der menschlichen Haare ausser den Markzellen noch eine Fortsetzung des Keimes enthält; dagegen bin ich nicht gemeint, ohne weiteres zu läugnen, dass etwas der Art nie und nirgends sich findet, um so mehr, da *Henle* die Haarpapille einige Male in eine kurze Spitze ausgezogen fand, und, wie ich jetzt häufig finde, die Markzellen oft bis an die Haarpapille heranreichen, nur scheinen mir noch andere Beweise nöthig, als die gegebenen. — Was den Sitz der Luft in den Markzellen anlangt, so verlegt *Reissner* dieselbe im menschlichen Haare nicht in die Markzellen, sondern zwischen dieselben. Dem ist jedoch nicht so, denn die Luft nimmt in der Regel den Markstrang ganz und gar ein, so dass nicht abzusehen ist, wo die Zellen liegen sollten, wenn die Luft nur zwischen ihnen sich befände.

§. 63.

Das Oberhäutchen des Haares, *Cuticula*, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rinde sehr fest verbunden ist. In seiner natürlichen Lage und an einem unveränderten Haare betrachtet, gibt es sich fast durch nichts kund als durch viele dunklere, netzförmig verbundene, unregel-

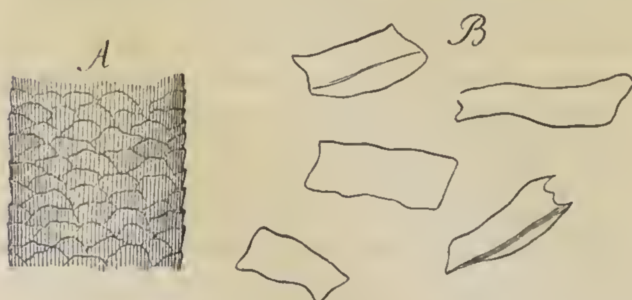


Fig. 79.

Fig. 79. *A.* Oberfläche des Schaftes eines weissen Haares, 160mal vergr. Die gebogenen Linien bezeichnen die freien Ränder der Oberhautplättchen. *B.* Durch Natron isolirte Oberhautplättchen von der Fläche, 350mal vergr. — Von den längeren Rändern derselben sind entweder nur der eine oder beide mehr oder weniger umgeschlagen und daher dunkel.

mässige und selbst zackige Linien, die 0,002—0,006''' von einander abstehen und quer um das Haar herumziehen, hie und da auch durch kleine sägenförmige Zacken am scheinbaren Rande desselben (Fig. 79. A); behandelt man dagegen ein Haar mit Alkalien, so löst sich dasselbe in grösseren oder kleineren Blättern von dem Fasergewebe und zerfällt selbst in seine Elemente. Diese sind ganz platte, im Allgemeinen durchsichtige und blassrandige, vier- oder rechteckige kernlose Plättchen (Fig. 79. B), die durch kein Mittel zu Bläschen aufquellen und, wie die Ziegel eines Daches verbunden, eine einfache Hülle darstellen, die die Haarrinde vollständig umgibt, und zwar so, dass die tieferen oder unteren Zellen die oberen decken. Auch in Schwefelsäure lässt das Oberhäutchen seinen Bau leicht erkennen, das Haar wird an den Rändern von den sich aufrichtenden Plättchen wie filzig, und durch Schaben oder Reiben ist das Oberhäutchen zwar weniger leicht in grösseren Blättern, wohl aber in seinen Elementen zu erhalten.

Das Oberhäutchen besteht aus einer einzigen, am Schafte 0,002—0,003''', an der Wurzel 0,0025—0,0035''' dicken Lage von Plättchen, die in der Querrichtung des Haares 0,024—0,028''', 0,016—0,02''' in der Längenrichtung messen und kaum dicker als 0,0005''' sind. An der Haarzwiebel gehen diese Plättchen mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige weiche Zellen über (siehe meine Mikr. Anat. Taf. II. Fig. 1. *n*), die in der Querrichtung der Haarzwiebel breit, sehr kurz in der Richtung der Längenaxe derselben und etwas länger in ihrem dritten Durchmesser sind, der senkrecht oder schief auf die Längsaxe des Haares steht. Dieselben werden von Alkali leicht, aber selbst von Essigsäure angegriffen, besitzen ohne Ausnahme quere und ziemlich lange Kerne und gehen endlich am Ende der Zwiebel in die schon beschriebenen, dieselben bildenden runden Zellen über.

§. 64.

Die Haarbälge, *Folliculi pilorum*, sind 1—3''' lange, flaschen- oder schlauchförmige Säckchen, welche die Haarwurzeln ziemlich dicht umschliessen und bei Wollhaaren in den oberen Lagen der Lederhaut drinliegen, bei starken oder langen Haaren dagegen meist bis in die tiefen Theile derselben hineinragen und selbst mehr oder weniger weit in das Unterhautzellgewebe sich erstrecken. Dieselben sind einfach als eine Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Lederhaut und der Epidermis, zu betrachten, und demgemäss unterscheidet man auch an jedem von ihnen einen äusseren faserigen gefässreichen Theil, Haarbalg im engern Sinne, und eine gefässlose, aus Zellen bestehende und das Haar umgebende Auskleidung desselben, die Wurzelscheide, *Vagina pili*, die zum Theil als Epidermis des Haarbalges anzusehen ist, zum Theil eine besondere Scheide für die Haarwurzeln darstellt.

§. 65.

Der Haarbalg im engern Sinne besteht aus zwei Faserhäuten, einer äussern und einer innern und aus einer Glashaut, hat im Mittel 0,015—0,022''' Dicke und besitzt als ein eigenthümliches Gebilde in seinem Grunde die Haarpapille.

Die äussere Faserhaut (Fig. 71. *h*) von sehr wechselnder Stärke (nach *Moleschott* von 0,007—0,037 Mm., im Mittel von 0,02 Mm.) bedingt die äussere Form des Haarbalges und hängt in ihrem obersten Theile sehr innig mit der Lederhaut zusammen. Dieselbe besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit längs verlaufenden Fasern, ohne Beimengung von elastischen Fasern, aber mit ziemlich vielen länglichen, spindelförmigen kleinen Bindegewebskörperchen, enthält ein ziemlich reichliches Netz von Capillaren und lässt auch einzelne Nervenfasern mit spärlichen Theilungen erkennen.

Die innere Faserhaut (Fig. 80. *a*, 81. *b*) ist meist dicker als die äussere Lage (nach *Moleschott* von 0,015—0,043 Mm., 0,031 Mm. im Mittel) und erstreckt sich, überall gleich dick und von glatten Flächen begrenzt, vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden. Meinen neuern Untersuchungen zufolge enthält dieselbe ziemlich zahlreiche Capillaren, deren Stämmchen meist quer verlaufen, dagegen ist es mir noch nicht geglückt, Nerven in ihr zu finden. Dem Baue nach besteht dieselbe aus einer undeutlich faserigen Grundsubstanz mit der Neigung der Quere nach in Fasern verschiedener Stärke zu reissen und zweitens aus mehreren Lagen zahlreicher, quer verlaufender spindelförmiger Bindegewebskörperchen mit schönen stabförmigen und länglichrunden Kernen, denen nach meinen an Haaren des *Scrotum* angestellten Beobachtungen durchaus keine elastischen Fäserchen beigemengt sind. Diesem zufolge und da die fragliche Lage, wie ich finde, beim Kochen in Wasser aufquillt und sich nicht trübt wie Muskelgewebe *(Henle)*, spreche ich mich nun entschieden dahin aus, dass ihr Gewebe zum Bindegewebe gehört.

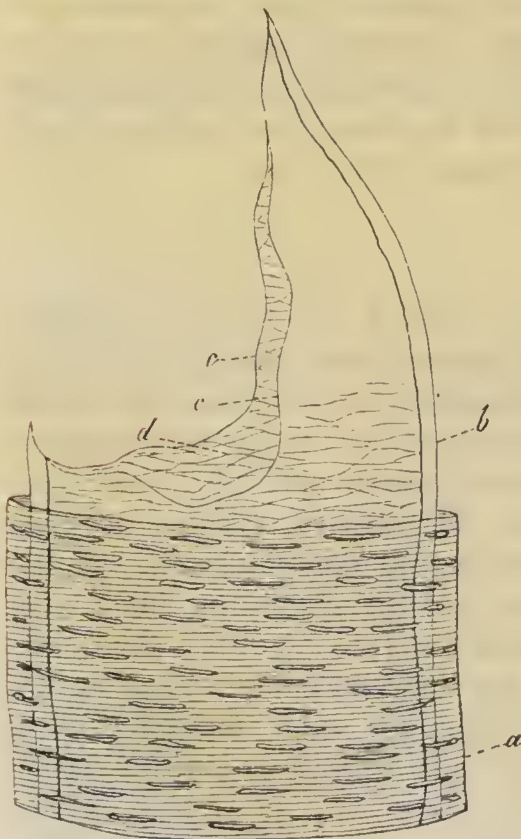


Fig. 80.

Die dritte Schicht endlich (Fig. 80. *b*) oder die Glashaut, ist eine glashelle Hülle, an der ich ausser sehr zarten ziemlich dichtstehenden gleichlaufenden Längslinien keinen weitern Bau aufzufinden im Stande bin. Dieselbe bleibt beim Ausreissen der Haare ohne Ausnahme im Haarbalge zurück und erstreckt sich vom Grunde desselben an, wo sie am Stiele der Haarpapille sich verliert, ohne nachweisbar auch diese zu bekleiden, so weit als die innere Wurzelscheide und vielleicht noch höher. Dieselbe erscheint am unverletzten Haarbalge (Fig. 81. *c*) nur als ein ganz blasser Streifen von 0,001—0,0015‴, selten bis 0,002‴ Dicke (an

Fig. 80. Ein Stückchen von der Querfaserlage und der structurlosen Schicht (Glashaut) eines Haarbalges vom Menschen mit Essigsäure behandelt, 300mal vergr. *a.* Querfaserlage mit länglichen queren Kernen; *b.* Glashaut im scheinbaren Längsschnitte; *c.* Ränder derselben, da wo der Schlauch, den sie bildet, zerrissen ist; *d.* feine quere, zum Theil zusammenhängende Linien (Fasern?) auf ihrer innern Fläche.

Kopfhaaren nach *Moleschott* von 0,003—0,01 Mm.) zwischen der äussern Wurzelscheide und der Querfaserlage des Haarbalges, lässt sich aber durch Zerzupfen eines leeren Haarbalges leicht in grösseren Fetzen erhalten und zeigt sich dann aussen glatt, innen mit zarteren oder dickeren queren, oft zusammenhängenden Linien bedeckt, die, wie die Haut selbst, in verdünnten Säuren und Alkalien sich nicht verändern, ausser dass sie etwas erblassen und, wie ich mich neuerdings überzeugt habe, der Glashaut wie aufgesetzt sind und leistenförmig vorragende Züge bilden, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass sie nicht zu derselben gehören.

Die Haarpapille, *Papilla pili* (Fig. 71. *i*), weniger passend auch Haarkeim, *Pulpa pili*, genannt, gehört dem Balge an und entspricht einer Cutispapille. Dieselbe ist eine schöne, ei-, kegel- oder pilzförmige, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{20}'''$ lange, $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{40}'''$ breite (an Kopfhaaren nach *Moleschott* im Mittel $\frac{1}{10}'''$ lange und $\frac{1}{20}'''$ breite) Papille, die durch einen Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhängt, eine vollkommen scharfe Begrenzung, so wie eine ganz glatte Oberfläche besitzt und im Baue ganz an die Cutispapillen sich anschliesst und aus einfacher Bindesubstanz ohne Fibrillen mit Kernen (Bindegewebskörperchen?) und hie und da einzelnen Fettkörnchen besteht. Im Innern enthält dieselbe auch beim Menschen wie bei Thieren Gefässe, dagegen ist von dem Vorkommen von Nerven in ihr nichts bekannt.

Ueber die Blutgefässe der Haarbälge sei nun noch bemerkt, dass dieselben ungemein zahlreich sind und am *Scrotum* leicht mit Blut gefüllt sich erhalten und in concentrirtem Glycerin und *Kali causticum* gut untersuchen lassen. In der Längsfaserschicht verlaufen dieselben besonders der Länge nach, bilden oft wie wundernetzartige Geflechte und auch Capillarnetze, von denen jedoch die feinsten in der Ringfaserhaut sich finden, wo sie nur noch 0,003''' messen.

Moleschott und **Chapuis** verdanken wir eine genauere Untersuchung und Maassbestimmungen einzelner Theile der Haarbälge, namentlich mit zu Grundelegung der bis jetzt sehr vernachlässigten Querschnitte, die von in Essigsäure aufbewahrten und dann getrockneten Theilen angefertigt wurden, doch kann ich die, wie es scheint, einzig und allein auf die Untersuchung der Kopfhaut Eines Menschen gestützten Zahlenangaben nicht als allgemein maassgebend betrachten, so wie ich auch mit einigen andern Auffassungen nicht übereinstimme. Die Haarpapille anlangend, so war in den früheren Auflagen und in m. Mikr. Anat. infolge eines Druckfehlers die Länge und Breite theilweise unrichtig angegeben, was *Moleschott* zu einer fruchtlosen Polemik Veranlassung gegeben hat. Wenn übrigens *M.* von den Papillen behauptet, dass sie immer kegelförmig seien, so ist er im Irrthume; ebensowenig kann ich übereinstimmen, wenn er die Papillen einen Aufsatz des Haarbalges nennt, der aus ganz andern Formbestandtheilen bestehe, und zwar aus rundlich vieleckigen, dicht zusammengedrängten Zellen von 0,013 Mm. mittlerer Grösse. Die Papillen, die ich frei vor mir hatte, waren entschieden eine Fortsetzung der Ringfaserschicht des Haarbalges und bestanden aus einer hellen Grundsubstanz mit feinen Körnchen und Kernen, welche letzteren allerdings auch sehr zahlreich vorkommen und, wie ich vermuthe, Zellen (Bindegewebskörperchen) angehören, die jedoch nie bestimmt zur Anschauung kamen. — In Betreff der Dicke der Faserschichten der Haarbälge gebe ich *Moleschott* Recht, mit andern Worten, ich finde, dass eine äussere Längsfaserschicht vor Allem an den Haaren sich findet, die, wie am *Scrotum*, der *Axilla* u. s. w., frei in lockeres subcutanes Gewebe hineinragen, an andern, wie den Kopfhaaren, die in einem festen Gewebe drin stecken, dagegen fehlt oder nur sehr schwach entwickelt ist. Die Querfaserschicht finde auch ich an Querschnitten dicker, als ich früher angegeben hatte, dagegen muss ich *M.* widersprechen, wenn er in derselben elastische Fäserchen findet. Flächenansichten und An-

wendung von kaustischen Alkalien sind hier entscheidend, wogegen an Querschnitten wohl der Anschein von Fasern entstehen kann, ohne dass solche da sind. — Die Glashaut zeigte mir die queren Züge immer nur an der Innenfläche, nie im Gewebe drin, wie *Henle* meldet.

§. 66.

Die Wurzelscheiden zerfallen in eine äussere und innere Lage, von denen die erstere mit der Oberhaut um die Mündungen der Haarbälge zusammenhängt und als Epidermisauskleidung der Haarbälge erscheint, während die andere eine ganz selbständige Lage ist und in eine bestimmte Beziehung zum Haare tritt.

Die äussere Wurzelscheide ist die Fortsetzung des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und kleidet den ganzen Haarbalg aus, indem sie in seiner untern Hälfte der beschriebenen Glashaut, weiter oben, wo diese und die Querfasern nicht mehr da sind, der Längsfaserschicht unmittelbar aufsitzt. Im Baue entspricht dieselbe vollkommen der *Malpighi*'schen Schicht selbst darin, dass ihre äussersten Zellen, die beim Neger nach *Krause* überall und bei Weissen wenigstens an den Haaren der *Labia majora* nach obenzu braun sind, häufig senkrecht stehen. Im Grunde des Haarbalges hängt die äussere Scheide, indem ihre Zellen gleichmässig rund werden, meist unmittelbar und ohne Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die Haarpapille überziehen, zusammen. Die äussere Wurzelscheide ist im Allgemeinen ungefähr 3—5mal so dick als die innere Scheide, verdünnt sich aber nicht selten nach oben zu etwas und läuft nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale Schicht aus, die in einzelnen Fällen den Grund des Haarbalges nicht erreicht. An stärkeren Haaren misst sie in der Mitte der Wurzel 0,018—0,03‴ und hat 5—12 Lagen von Zellen.

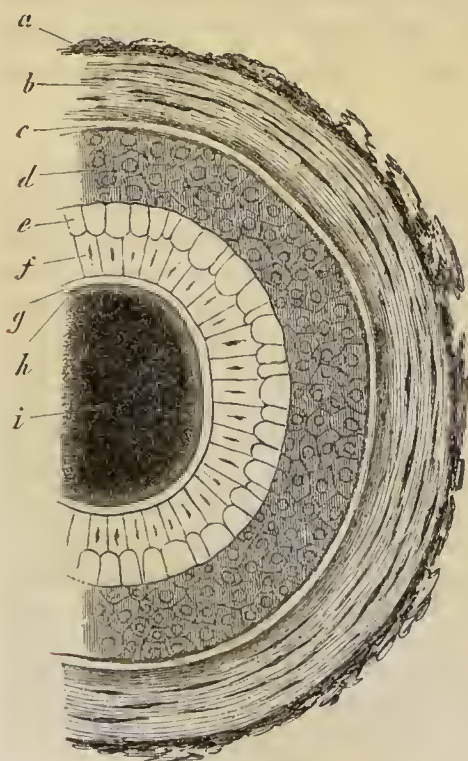


Fig. 81.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 77 u. 81) ist eine durchsichtige Haut, welche fast vom Grunde des Haarbalges an über etwa ⅔ desselben sich erstreckt und dann scharf abgeschnitten endet, dieselbe ist äusserlich mit der äussern Scheide, innerlich mit dem Oberhäutchen des Haares fest verbunden, so dass kein Zwischenraum zwischen ihr und dem Haare sich befindet, zeichnet sich besonders durch ihre grössere Festigkeit und Federkraft aus und besteht, abgesehen von ihren untersten Theilen, aus zwei Schichten, der eigentlichen innern Scheide und dem Oberhäutchen, das zur Unterscheidung von demjenigen des Haares als Oberhäut-

Fig. 81. Querschnitt durch ein Kopfhaar sammt dem Balge, etwas unterhalb der Mitte des letzteren, 350mal vergr. *a.* Längsfaserhaut des Haarbalges wenig entwickelt. *b.* Querfaserschicht mit Bindegewebskörperchen. *c.* Glashaut. *d.* Aeussere Wurzelscheide. *e.* Innere Wurzelscheide, äussere Lage. *f.* Dieselbe, innere Lage. *g.* Oberhäutchen des Haarbalges. *h.* Oberhäutchen des Haares. *i.* Haar selbst.

chen der Wurzelscheide bezeichnet werden muss. Die eigentliche innere Scheide zeigt zwei oder selbst drei Lagen vieleckiger, länglicher, durchsichtiger und etwas gelblicher Zellen, die alle mit ihrer Längsaxe derjenigen des Haares gleichlaufen (Fig. 77). Die äusserste Lage (Fig. 81. *e* u. 82. *A*), die früher allein bekannt war, innere Wurzelscheide von *Henle*, wird von längeren, kernlosen Zellen von 0,016—0,02''' Länge und 0,004—0,006''' Breite gebildet, die der Länge nach stark zusammenhängen und bei den gewöhnlichen Untersuchungsweisen nach Zusatz von Essigsäure, Natron oder Kali, die das Haar aufquellen machen, und beim Zerrupfen längliche schmalere und weitere Spalten zwischen sich enthalten und das Bild einer durchlöcherten Hülle geben. An ganz frischen Haaren sieht man jedoch, wenn alle Reagentien und andern Eingriffe vermieden werden, an der oberen Hälfte der fraglichen Schicht von Oeffnungen meist keine Spur und an der untern (von der feinfaserigen Stelle der Rinde an abwärts) höchstens Andeutungen derselben in Gestalt von, je nach der Einstellung, helleren oder dunkleren Strichen, ähnlich denen der Rinde des Schaftes; es bleibt daher kaum etwas anderes übrig, als die Oeffnungen, wie man sie gewöhnlich sieht, von 0,005—0,008''' Länge und 0,001—0,003''' Breite für durch künstliche Zerrung der Hülle erzeugte zu erklären. In der eigentlichen innern Wurzelscheide kommen zweitens auch Zellen vor, die nie Lücken zwischen sich darbieten. Dieselben (Fig. 81. *f*; 82. *B*), die eine einfache oder doppelte Lage ausmachen (*Huxley's* Schicht) liegen nach innen von der gewöhnlich durchlöcherten Schicht, die ich immer nur als einfache Zellenlage gesehen, sind kürzer und breiter als die schon beschriebenen Zellen (0,014—0,048''' lang, 0,006—0,009''' breit), jedoch ebenfalls vieleckig, und besitzen, wenigstens in der untern Hälfte der Wurzelscheide, deutliche, längliche, oft in Spitzen verlängerte Kerne von 0,004—0,006'''. Der Durchmesser der ganzen innern Wurzelscheide beträgt im Mittel 0,010—0,015''', woraus ersichtlich ist, dass die Zellen derselben, die höchstens drei Lagen bilden, mindestens 0,003—0,005''' Dicke besitzen. Dieselben sind ohne weiteres in ihrer natürlichen Lage und beim Zerzupfen der Wurzelscheide zu erkennen und trennen sich

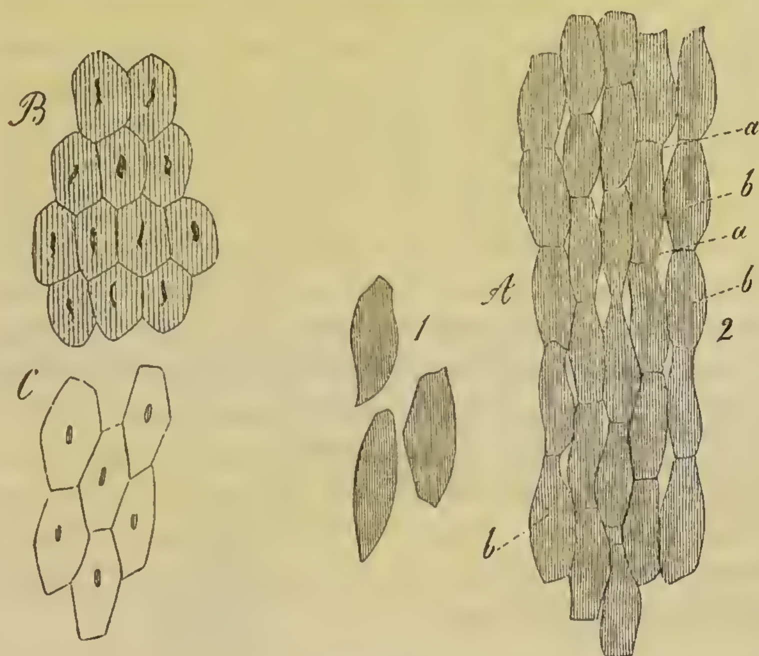


Fig. 82.

Fig. 82. Elemente der innern Wurzelscheide, 350mal vergr. *A*. Aus der äussern Schicht 1) isolirte Plättchen derselben; 2) dieselbe im Zusammenhang aus den obersten Theilen der fraglichen Lage nach Behandlung mit Natron. *a*. Oeffnungen zwischen den Zellen *b*. *B*. Zellen der innern nicht perforirten Schicht mit länglichen und leicht zackigen Kernen. *C*. Kernhaltige Zellen des einschichtigen untersten Theiles der innern Scheide.

in Natron und Kali leicht von einander (Fig. 82), jedoch ohne aufzuquellen, was, so wie die geringe Veränderlichkeit derselben in Alkalien überhaupt, eine Eigenthümlichkeit dieser Zellen ist, die sie nur noch mit den Oberhautplättchen des Haares theilen.

Im Grunde des Haarbalges besteht die eigentliche innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Lage schöner, grosser, vieleckiger, kernhaltiger Zellen ohne Oeffnungen zwischen denselben (Fig. 82. *C*), welche, zuletzt weich, zart und rundlich geworden, ohne scharfe Grenzen in die äussern Lagen der runden Zellen der Haarzwiebel übergehen. Nach oben steht diese Hülle nicht selten etwas von dem Haare ab und endet unweit der Einmündungsstelle der Talgdrüsen mit einem scharfen gezackten Rande, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen derselben gebildet wird. Von da an aufwärts wird ihre Stelle von der äussern Wurzelscheide eingenommen, deren innerste Zellen bald alle Eigenschaften derer der Hornschicht der Oberhaut annehmen.

Das Oberhäutchen der innern Wurzelscheide liegt der innern Wurzelscheide in ihrer ganzen Ausdehnung dicht an und gleicht dem Oberhäutchen des Haares selbst, an welches dasselbe unmittelbar angrenzt, sehr. Dasselbe (Fig. 77. *d* u. 81. *g*) tritt besonders bei Zusatz von Kali und Natron hervor, zieht sich bei etwelchem Drucke häufig zugleich mit der innern Wurzelscheide von dem Haare ab, während das Oberhäutchen des Haares wellenförmig sich biegend, auf der Rindensubstanz liegen bleibt, und ist dann zumal sowohl in der Seiten-, als in der Flächenansicht leicht zu erforschen. An ausgerissenen Haaren findet sich diese Schicht nur dann vor, wenn dieselben noch von der innern Wurzelscheide überzogen sind, sonst bleibt sie im Haarbalge zurück. Ihre Elemente sind kernlose, dachziegelförmig sich deckende, breite, in Alkalien nie aufquellende und sehr schwer lösliche Zellen, die jedoch dicker sind als die des Oberhäutchens des Haares, und in der Richtung des Längendurchmessers des Haares nur 0,002—0,004''' messen. Die ganze Schicht misst 0,0016—0,002''' und setzt sich an der Haarzwiebel mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige grosse Zellen fort, deren Verhältnisse genau dieselben sind, wie die, in welche das Oberhäutchen des Haares selbst übergeht, nur dass die Zellen im Allgemeinen kleiner sind.

Mit *Reichert* betrachte ich die äussere Wurzelscheide als Epidermis des Balges und die innere sammt ihrem Oberhäutchen als selbständige zum Haare gehörige Lage, nur kann ich beim fertigen Haare nicht, wie *Reichert* es zu thun scheint, auch ein Wachsthum der innern Wurzelscheide annehmen. Nach *Moleschott* und *Chapuis* erreicht die äussere Wurzelscheide den Grund des Haarbalges nicht und hängt somit auch nicht mit den rundlichen Zellen der Zwiebel zusammen; hiermit stimme ich für einzelne Fälle bei, in andern ist aber der angegebene Zusammenhang sicher da, wie am besten die sich wiedererzeugenden Haare lehren.

§. 67.

Entwickelung der Haare. Die ersten Anlagen der Haare sind von der Schleimschicht der Oberhaut aus durch eine Wucherung derselben nach innen gebildete flaschenförmige durch und durch aus Zellen bestehende Fortsätze, in denen dann ein verschiedenes Verhalten der innern und äussern Zellen eintritt in der Weise, dass die ersteren einmal ganz

in der Axe der Haaranlage zu einem kleinen zarten Haare, und zweitens rings um dasselbe herum zu einer innern Scheide desselben verhornen, während die letztern mehr unverändert und weich bleiben und als äussere Scheide und weiche Zellen der Haarzwiebel erscheinen. Hierbei erscheinen Haare und Scheiden gleich in ihrer ganzen Länge, jene als kleine Härchen mit Wurzel, Schaft und Spitze, und bildet sich nicht etwa, wie bei den Zähnen die Krone, so zuerst nur die Spitze, noch weniger, wie *Simon* angenommen hatte, die Wurzel. — Die Elemente der jüngsten Haare sind nichts als verlängerte Zellen, ähnlich denen der Rinde der spätern Haare, deren Entstehung durch Verlängerung und chemische Umwandlung der innersten Zellen der Haaranlagen vor sich geht. Markzellen fehlen gänzlich, dagegen ist das Oberhäutchen deutlich vorhanden. Die innere Scheide ist streifig, hat keine Lücken und besteht aus länglichen Zellen, die aus den zwischen Haar und äusserer Scheide gelegenen Zellen sich entwickelt haben. — Der eigentliche Haarbalg bildet sich in seinen Faserlagen wesentlich *in loco* aus den die Haaranlage umgebenden Bildungszellen der *Cutis*, kann aber auch als eine Einstülpung der *Cutis* durch die hervorsprossenden Oberhautfortsätze gedacht werden. Seine Glashaut, die schon so früh erscheint, möchte in einer engern Beziehung zu den äusseren Zellen der Haaranlagen, resp. der äussern Wurzelscheide stehen und ähnlich den *Membranae propriae* der Drüsen durch eine Ausscheidung derselben sich bilden, und was die Haarpapille anlangt, so ist dieselbe offenbar nichts anderes als eine in die zellige Haaranlage dringende Wucherung des faserigen Theiles der Haarbälge, analog den Lederhautpapillen.

Die ersten Anlagen der Wollhaare und ihrer Scheiden finden sich bei menschlichen Embryonen am Ende des dritten oder im Anfange des vierten Monates an Stirn und Augenbrauen und bestehen aus 0,02‴ grossen Zellenhäufchen von warzenförmiger Gestalt (Fig. 83), die mit dem *Rete Malpighii* der Oberhaut zusammenhängen. In der 15. Woche waren die Fortsätze schon grösser (0,025—0,05‴ lang, 0,013—0,02‴ breit), flaschenförmig von Gestalt und von einer zarten gleichartigen Hülle umgeben, die in ein zwischen *Rete Malpighii* und *Cutis* gelegenes und mit ersterem fester verbundenes zartes Häutchen sich fortsetzte. Ausser dieser Hülle, die wohl nichts anderes als die auch an den ausgebildeten Haarbälgen vorhandene, von mir aufgefundene Glashaut ist (s. §. 65), kommt an den Haarbälgen noch eine äussere Zellenlage vor, die meist nur in Fetzen, selten ganz mit denselben von der *Cutis* sich ablöst, in welcher ich die erste Andeutung der Faserlagen der Haarbälge sehe. In der 16. und 17. Woche vergrössern sich die Fortsätze der Schleimschicht, die ich nun einfach Haaranlagen nennen will, bis zu 0,04—0,06‴ Länge und 0,03—0,04‴ Breite, verstärken sich in ihren Hüllen, lassen jedoch noch keine Spur eines Haares erkennen. Erst in der 18. Woche zeigen sich an den Augenbrauen die ersten Andeutungen der Haare in Haaranlagen von 0,1 und 0,2‴, indem die mittleren Zellen derselben sich etwas verlängern und mit ihrer Längsaxe denjenigen der Anlagen sich gleichstellen, während die äusseren Zellen mit ihrem nun

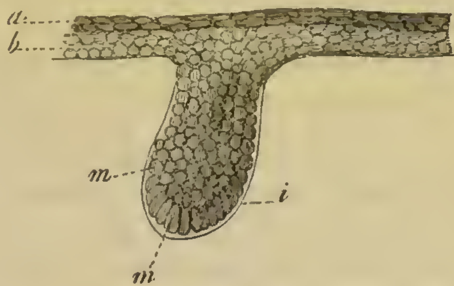
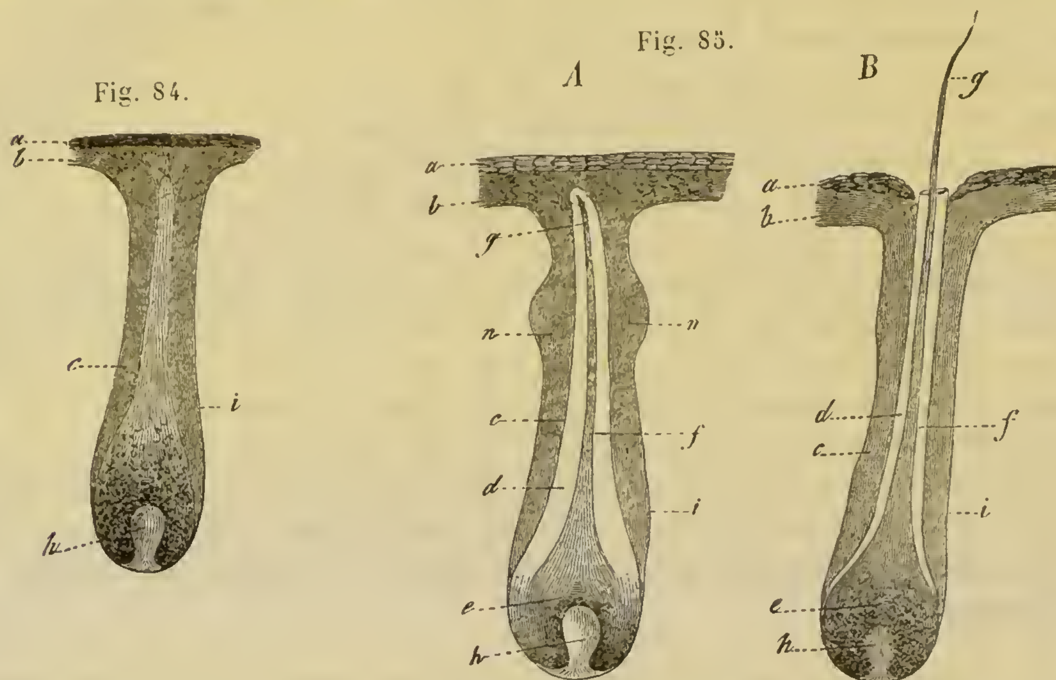


Fig. 83.

Fig. 83. Haaranlage von der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo, 350mal vergr.; *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *i.* structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m.* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen.

ebenfalls länger gewordenen einen Durchmesser sich in die Quere legen. So entsteht eine verschiedene Zeichnung der bisher noch ganz gleichmässig gebauten Haaranlagen und grenzt sich in denselben eine mittlere, kegelförmige, unten breite, nach oben spitz auslaufende Masse von einer unten schmalen, oben stärkeren Rinde ab. Ist die Haaranlage 0,22''' lang, so wird diese Abgrenzung noch deutlicher, indem dann der etwas länger und besonders breiter gewordene innere Kegel ein lichteres Ansehen gewinnt (Fig. 84). Endlich scheidet sich auch an Haaranlagen von 0,28''' der innere Kegel in zwei Gebilde, ein mittleres, etwas dunkleres und ein äusseres, ganz durchsichtiges, glashelles, Haar und innere Wurzelscheide, während nunmehr die äussersten, undurchsichtig gebliebenen Zellen als äussere Wurzelscheide nicht zu verkennen



sind (Fig. 85. *A*). Zugleich tritt die schon früher (Fig. 84) in schwachen Spuren sichtbare Haarpapille deutlicher hervor und wird auch der eigentliche Haarbalg kenntlicher, indem die äusserlich an seiner Glashaut gelagerten Zellen in Fasern überzugehen beginnen, und schon jetzt in ihrer sich kreuzenden Richtung sich kund geben. — Vollkommen in derselben Weise, wie an den Augenbrauen, entstehen auch die Haarbälge und Haare an den übrigen Orten, nur fällt ihre Bildung in eine etwas spätere Zeit. In der 15. Woche sind ausser an Stirn und Brauen noch keine Haaranlagen sichtbar, in der 16. und 17. Woche treten sie am ganzen Kopfe, Rücken, Brust und Bauche auf, in der 20. Woche erst an den Gliedern. Die Haare selbst zeigen sich nie früher als 3—5 Wochen nach Entstehung der Haaranlagen, so sind z. B. in der 19. Woche, ausser an Stirn und Augenbrauen, nirgends Haare in den Anlagen zu sehen und in der 24. Woche mangeln dieselben noch an Hand, Fuss und zum Theil am Vorderarme und Unterschenkel.

Einmal gebildet wachsen die Haare und Haarbälge und durchbohren die ersteren zum Theil die Epidermis unmittelbar (Augenbrauen, Wimpern [Fig. 85], zum Theil schieben sie sich zugleich mit der innern Wurzelscheide, die ebenfalls sich verlängert,

Fig. 84. Anlage eines Augenbrauenhaares von 0,22''', 50mal vergr., deren innere Zellen einen deutlichen Kegel bilden, noch ohne Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *c.* äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i.* Glashaut aussen an derselben; *h. Papilla pili.*

Fig. 85. *A.* Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenem, aber noch nicht durchgebrochenem Haare von 0,28''' Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmigen Auswüchse der äussern Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen. *B.* Haarbalg von ebendaselbst mit eben durchgebrochenem Haare. Die innere Wurzelscheide ragt in die Oeffnung des Haarbalges hinein; Talgdrüsenanlagen sind hier noch keine da. Die Buchstaben *a, b, c, h, i* bedeuten dasselbe, wie in Fig. 84. *e.* Haarzwiebel; *f.* Haarschaft; *g.* Haarspitze; *n.* Anlagen der Talgdrüsen.

mit ihren Spitzen zwischen Hornschicht und *Stratum Malpighii* oder in die Elemente der Hornschicht selbst hinein und wachsen noch einige Zeit lang, bedeckt von der Oberhaut, fort (Brust, Bauch, Rücken, Extremitäten [?]), um endlich ebenfalls durchzubrechen.

Die Wollhaare, *Lanugo*, deren Durchbruch in der 23. bis 25. Woche sich vollendet, sind kurze feine Härchen, deren eigenthümliche Stellung oben schon berührt wurde. Dieselben messen an der Zwiebel 0,01''', am Schaft 0,006''', an der Spitze 0,0012—0,002''', sind hellblond oder fast farblos und bestehen nur aus Rindensubstanz und einem Oberhäutchen. Die Zwiebel ist beim Menschen meist ungefärbt und sitzt auf einer oft sehr deutlichen Haarpapille auf, welche vom Grunde des Haarbalges wie gewöhnlich sich erhebt. Dieser hat dieselben drei Schichten wie beim Erwachsenen und eine sehr entwickelte Epidermisauskleidung und zwar eine äussere Wurzelscheide von 0,004—0, 012''' und eine innere Scheide von 0,006—0,008''' ohne Lücken.

Nach ihrem Hervorbrechen wachsen die Wollhaare langsam fort, bis zur Länge von etwa $^1/_4$—$^1/_2$'' und zwar am Kopfe mehr als an den übrigen Theilen, bleiben in ihrer Mehrzahl bis ans Ende des Fötallebens bestehen und färben sich nach und nach etwas dunkler, in manchen Fällen, wie am Kopfe, selbst schwärzlich, ein anderer ganz geringer Theil fällt ab, gelangt ins Fruchtwasser, wird mit demselben oft vom Fötus verschluckt und ist dann im *Meconium* zu finden. Ein eigentliches Abwerfen der Haare findet sich nach dem, was ich sehe, in der Fötalperiode durchaus nicht, vielmehr kommen die Kinder mit der *Lanugo* zur Welt; eben so wenig zeigt sich nach ihrem gänzlichen Hervorbrechen ferner noch eine Spur von Haarbildung.

Ueber die erste Bildung der Haare bei Thieren liegen besondere Beobachtungen von *Steinlin*, *Remak* und *Reissner* vor, welche in Manchem mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmen. *Steinlin* und *Remak* finden in den ersten Haaranlagen eine Höhle im Innern, die ich beim Menschen nicht sah, und die auch *Reissner* läugnet. Dieser Autor hat die von mir beschriebenen Stufen wesentlich ebenso gefunden wie ich, dagegen bringt er noch Einiges über die allererste Entstehung der Haarkeime bei, wonach das erste die Bildung einer hügelartigen niedrigen Erhebung der ganzen Haut ist, worauf dann erst die Oberhaut nach innen wächst, während die Mitte des Cutishügels zur Haarpapille sich erhebt.

§. 68.

Haarwechsel. Nach der Geburt findet sich ein vollständiger Haarwechsel in der Weise, dass in den Haarbälgen der Wollhaare selbst neue Haare entstehen, die allmählich die alten verdrängen. Dieser Haarwechsel, den ich an den Augenwimpern eines einjährigen Kindes auffand, leitet sich dadurch ein, dass im Grunde der Haarbälge der Wollhaare, durch eine Wucherung der rundlichen weichen Zellen der Haarzwiebel und der angrenzenden äussern Wurzelscheide, aus Zellen gebildete längere Fortsätze entstehen, durch welche das Haar von seiner Papille abgehoben wird, während es zugleich auch in seinen untersten Theilen verhornt. Haben diese Fortsätze eine Länge von 0,25''' erreicht (Fig. 86. *A*), so tritt eine Sonderung ihrer äussern und innern Zellen ein, ähnlich derjenigen, die schon oben bei der Entstehung der Wollhaare in den Fortsätzen des *Stratum Malpighii* der Haut geschildert wurde. Während nämlich die äussern Zellen rund und ungefärbt bleiben, wie sie es früher waren, fangen die innern an, Farbstoff in sich zu entwickeln und sich zu verlängern, und grenzen sich zugleich als eine kegelförmige, mit der Spitze nach oben gerichtete Masse von den erstern ab. Anfänglich nun (Fig. 85. *A*) ist diese mittlere Masse ganz weich und wie die äusserlich sie umgebenden Zellenschichten in Natron leicht löslich; später jedoch, nachdem sie sammt dem Fortsatze, der sie einschliesst, sich noch mehr in die Länge gezogen hat, werden ihre Elemente härter und scheiden sich zugleich in zwei Theile, einen inneren dunkleren, gefärbten und

einen äussern hellen, die nichts anderes als ein junges Haar sammt seiner innern Scheide sind (Fig. 86. *B*). Das junge Haar, das anfänglich mit seiner

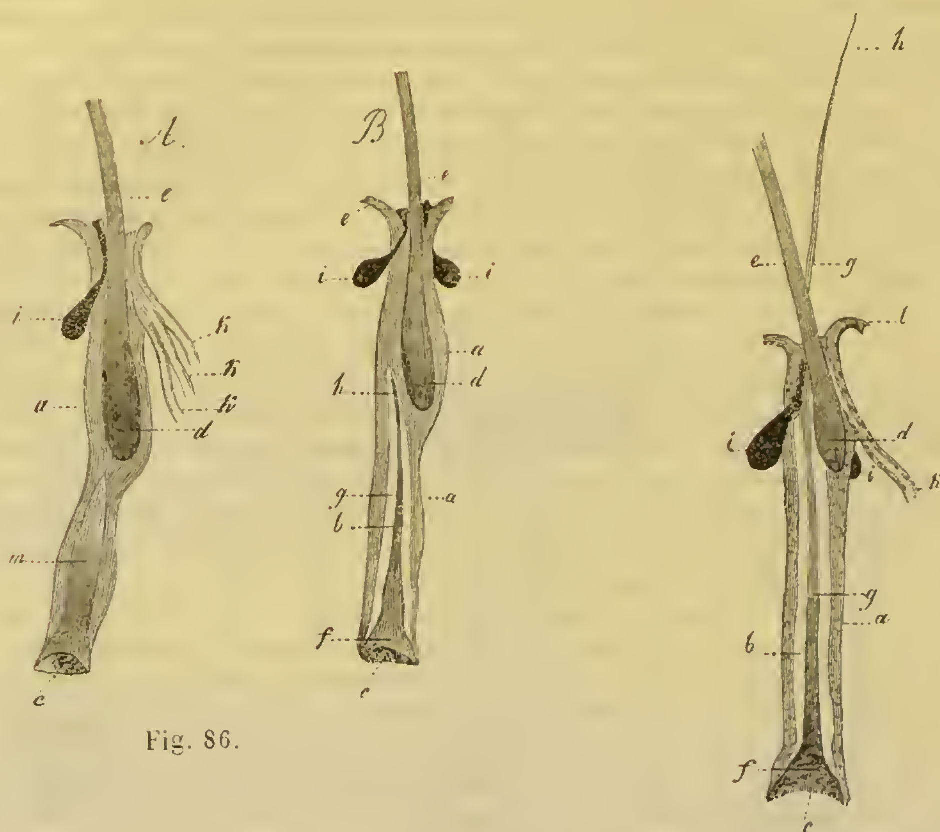


Fig. 86.

Fig. 87.

Spitze nicht über seine innere Wurzelscheide hervorragt, wächst nun nach und nach mit seiner Spitze bis zur Oeffnung des alten Balges herauf, während zugleich seine Wurzelscheide sich verlängert und die Zwiebel des abgestorbenen Haares in die Höhe rückt, bis dasselbe endlich ganz heraustritt und neben dem alten noch höher hinaufgeschobenen zu derselben Oeffnung herauskommt. Ist einmal die Entwickelung der jungen Haare so weit gediehen, so ergibt sich die letzte Stufe fast von selbst. Das alte schon längst nicht mehr wachsende und mit dem Grunde des Balges nicht mehr in Verbindung stehende, ganz nach aussen geschobene Haar fällt aus, während dagegen das junge Haar noch grösser und stärker wird und die von dem alten gelassene Lücke ausfüllt. — Als das *Primum movens* des Absterbens und Herauf-

Fig. 86. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20mal vergr. *A.* Eine solche mit einem Fortsatze der Zwiebel oder äussern Wurzelscheide von 0,25''', in welchem die mittleren Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. *B.* Augenwimper, in deren Fortsatz von 0,3''' Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wie in *A.* und Fig. 84 eine innere Wurzelscheide. *a.* Aeussere, *b.* innere Wurzelscheide des jungen Haares, *c.* Grube für die Haarpapille, *d.* Zwiebel, *e.* Schaft des alten Haares, *f.* Zwiebel, *g.* Schaft, *h.* Spitze des jungen Haares, *i.* Talgdrüsen, *k.* drei Schweisskanäle, die in *A.* in den obern Theil des Haarbalges einmünden, *l.* Uebergang der äussern Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut.

Fig. 87. Eine Augenwimper mit den Wurzelscheiden von einem einjährigen Kinde, mit einem alten und einem hervorwachsenden jungen Haare, 20mal vergr. Das junge Haar ist gänzlich herausgetreten und es kommen nun zwei Haare zu einer Oeffnung heraus. Ein Schweisskanal mündet in den Haarbalg. Die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 86.

rückens des alten Haares betrachte ich die Entstehung der geschilderten Fortsätze der Haarzwiebeln und äusseren Wurzelscheiden im Grunde der Bälge. Diese treiben, da die Bälge sich nicht auch entsprechend verlängern, alle über ihnen gelegenen Theile in die Höhe und setzen einen immer grösseren Zwischenraum zwischen der Haarpapille und dem eigentlichen Haare, oder dem Punkte, wo die runden Zellen der Zwiebel anfangen sich zu verlängern und zu verhornen. So wird das Haar gewissermaassen von seinem ernährenden Boden abgehoben, erhält immer weniger Zufuhr von Säften, steht endlich im Wachsthume still und verhornt auch in seinen untersten Theilen. Die Zellen der Fortsätze dagegen, die mit der Papille in Verbindung stehen, beziehen aus derselben fortwährend neuen Ernährungssaft und benutzen denselben vorläufig nicht zur Bildung von Hornsubstanz, sondern zu ihrem eigenen Wachsthume. So erreichen die Fortsätze eine immer bedeutendere Länge und drängen die verhornte alte Haarwurzel sammt ihren Scheiden ganz nach oben bis an die Einmündungsstellen der Talgdrüsen, woselbst allem Anscheine nach eine theilweise Auflösung der alten Scheiden stattfindet, die bei der innern ganz sicher nachzuweisen ist und auch bei der äussern angenommen werden muss.

Alles Angegebene gilt nur für die Augenwimpern. Die Kopfhaare und übrigen Körperhaare des erwähnten fast einjährigen Kindes enthielten nur je Ein Haar, zeigten aber an ihrer Zwiebel wenigstens Fortsätze ohne Haare, wie die, welche an den Augenwimpern dem Haarwechsel vorangehen, welche Fortsätze überhaupt an Haaren von Kindern aus dem ersten Jahre von der Geburt an eine ganz gewöhnliche Erscheinung sind. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich aus dem Vorhandensein dieser Fortsätze auf das allgemeine Vorkommen eines Haarwechsels schliesse, um so weniger, da es sicher ist, dass bei vielen Kindern innerhalb der ersten 2 bis 6 Monate nach der Geburt die Kopfhaare ausfallen und neue an deren Stelle treten. Immerhin werden fernere Erfahrungen nöthig sein, um zu bestimmen, in welchem Zeitraume dieser erste Haarwechsel stattfindet, an welchen Haaren derselbe zu Stande kommt und ob später vielleicht noch andere solche auftreten.

Bei dem in bestimmten Zeiträumen eintretenden Haarwechsel der Thiere bilden sich, wie schon *Heusinger's* und *Kohlrausch's* Beobachtungen, neulich auch die von *Langer*, *Gegenbaur* und *Steinlin* lehren, die neuen Haare ebenfalls in den Bälgen der alten, doch scheinen nach dem letztern Untersucher, mit dem jedoch *Langer* nicht ganz übereinstimmt, die Vorgänge hierbei nicht ganz dieselben zu sein wie beim Menschen.

§. 69.

Physiologische Bemerkungen. Die Haare besitzen eine, je nach Ort und Geschlecht bestimmte Länge, wachsen jedoch, wenn sie geschnitten werden, wieder nach und verhalten sich mithin wie die übrigen Horngebilde. Der Ort, von welchem das Wachsthum der Haare ausgeht, ist unzweifelhaft der Grund des Haarbalges. Hier entstehen um die Haarpapille herum unter Mitwirkung eines aus den Gefässen derselben oder des Haarbalges selbst aussickernden Saftes, durch fortgesetzte Vermehrung der hier befindlichen Zellen neue solche Elemente, während die schon vorhandenen etwas höher oben

ohne Unterlass die mittleren in Markzellen, die darauf folgenden in Rindenplättchen, die äussersten in Oberhautschüppchen sich gestalten, und so wird der verhornte Theil des Haares beständig von unten nach oben gedrängt und verlängert. In diesem findet sich keine Bildung von Elementartheilen, höchstens eine etwelche Veränderung der schon vorhandenen, welche bewirkt, dass die Wurzel von der Zwiebel an sich allmählich verdünnt, bis sie die Dicke des Schaftes angenommen hat. Höher oben fehlen aber selbst diese Veränderungen der Elementartheile, daher auch geschnittene Haare z. B. keine neuen Spitzen bekommen. Die Wurzelscheiden und die äussere Lage des Oberhäutchens nehmen an dem Wachsthume geschnittener Haare keinen Antheil.

Das fertig gebildete Haar, obschon gefässlos, ist doch kein todter Körper. Obschon die in demselben stattfindenden Vorgänge noch vollkommen in Dunkel gehüllt sind, so dürfen wir doch annehmen, dass dasselbe von Flüssigkeiten durchzogen ist und dieselben zu seiner Ernährung und Erhaltung verwendet. Diese Flüssigkeiten stammen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges, steigen wahrscheinlich vorzüglich von der Zwiebel aus, ohne dass besondere Bahnen für sie da wären, durch die Rinde in die Höhe und kommen in alle Theile der Haare hinein. Haben diese Säfte zur Ernährung des Haares gedient, so dunsten sie von der äussern Oberfläche desselben ab und werden durch neue ersetzt. Vielleicht nehmen die Haare auch von aussen Flüssigkeiten, natürlich nur in Dunstform auf, ähnlich wie ein zu einem Hygrometer verwendetes Haar. Die Bildung von Luft im Markstrange und in der Rinde kann nur auf einem Missverhältnisse zwischen der Zufuhr vom Haarbalge aus und dem, was verdunstet, beruhen; es ist gleichsam ein Austrocknen des Haares, das jedoch nicht so zu denken ist, als ob nun das Haar selbst in den lufthaltigen Theilen aller Flüssigkeit verlustig ginge. Auf jeden Fall sind aber die lufthaltigen Elemente als die unthätigsten, relativ abgestorbenen Theile des Haares zu betrachten, die Rinde dagegen, die auch in Alkalien am leichtesten sich verändert, trotz der scheinbaren Härte und Starrheit ihrer Elemente, gerade als das säftereichste und beim Stoffwechsel am meisten betheiligte Gebilde derselben. Allem zufolge besitzt auch das Haar Leben und steht in einer gewissen Abhängigkeit vom Gesammtkörper, *in specie* von der Haut, aus deren Gefässen (i. e. denen des Haarbalges) es die zu seinem Bestehen nothwendigen Stoffe bezieht. Das Ausfallen der Haare beruht gewiss in vielen Fällen, so z. B. wenn es im Laufe regelrechter Entwickelung eintritt, auf nichts Anderem, als auf einem Mangel an dem nöthigen Ernährungsstoffe, der in dem einen, oben schon auseinandergesetzten Falle beim Haarwechsel dadurch bewirkt wird, dass reichliche Zellenbildungen im Grunde des Haarbalges das Haar von seinem Keime abheben, und im Alter wohl einfach von einer Verschliessung der Gefässe des Haarbalges abhängt. — Auch das Weisswerden, das vorzüglich auf einer Entfärbung der Rinde, weniger des fast ungefärbten Markes beruht, gehört wohl theilweise hieher, denn sein gesetzmässiges Auftreten im höhern Alter gibt ihm ebenfalls die Bedeutung eines Rückbildungsvorganges. Besonders lebhaft für das Leben des Haares sprechend sind die so häufigen Fälle, wo das Ergrauen an der Spitze oder in der Mitte eines Haares beginnt und die wohl beglaubigten Beispiele von raschem Ergrauen derselben, jedoch ist es noch nicht gelungen nachzuweisen,

welche eigenthümlichen Vorgänge in den Elementen des Haares die Entfärbung seiner verschiedenen Pigmente bewirken. Weisse Haare entstehen übrigens auch in den Haarbälgen dunkler, ausfallender Haare als ganz neue Bildungen.

Wie die ausfallenden Haare im frühesten Alter durch andere ersetzt werden, so findet sich auch noch später etwas Aehnliches. Ganz sicher ist es, dass während des kräftigen Alters ein beständiger Ersatz für die vielen ausfallenden Haare gegeben wird, ferner dass zur Zeit der Geschlechtsreife an bestimmten Orten neue Haare in grösserer Menge hervorsprossen, allein unbekannt ist das wie. Da auch beim Erwachsenen Haarwurzeln mit kleinen Fortsätzen nach unten vorhanden sind, deren eigentliches Haar scharf und kolbig endet, wie beim Kinde, da ferner hier nicht selten zwei Haare zu Einer Oeffnung herauskommen und selbst in Einem Balge beisammen nachzuweisen sind, endlich an von selbst ausgefallenen Haaren ohne Ausnahme Wurzeln vorkommen, wie sie an den beim ersten Haarwechsel sich losstossenden Haaren sich finden, so lässt sich annehmen, wofür auch bestimmte Erfahrungen von *Langer* sprechen, dass auch später ein wirklicher Haarwechsel vorkömmt in der Weise, dass die alten Haarbälge neue Haare erzeugen, während sie der alten sich entledigen. Hiemit soll jedoch nicht behauptet werden, dass eine wirkliche Neubildung von Haaren nach der Geburt nicht auch vorkomme, nur so viel, dass auch beim Erwachsenen vor Allem an eine Wiedererzeugung von schon vorhandenen Haarbälgen aus zu denken ist, um so mehr, wenn man sich erinnert, dass nach *Heusinger's* Beobachtungen ausgezogene Spürhaare von Hunden binnen wenigen Tagen in denselben Bälgen sich neu erzeugen und dass auch beim Haarwechsel von erwachsenen Thieren nach *Kohlrausch* die jungen Haare in den alten Bälgen entstehen. — Auch wenn nach einer heftigen Krankheit in Menge ausgefallene Haare wieder kommen, so ist, da nach *E. H. Weber* die Bälge verloren gegangener Haare lange bestehen bleiben, eine Entstehung derselben in den alten Bälgen wahrscheinlicher als eine gänzliche Neubildung.

Die Vermehrung der Zellen der Haarzwiebel beim Wachsthume des Haares geschieht unzweifelhaft nicht durch freie Zellenbildung, da von einer solchen bei keiner Zwiebel eine Spur zu sehen ist, sondern höchst wahrscheinlich durch Theilung. — Die neue und befremdende Angabe von *Engel* (l. c.), dass geschnittene Haare auch an der Schnittfläche wachsen, wobei jedoch das Wachsthum nur den vierten Theil von dem an der Zwiebel betrage, ist vor Kurzem von *Förster* (*Virch.* Arch. XII. p. 569) als unrichtig nachgewiesen worden.

Eine Verpflanzung der Haare mit den Haarbälgen ist *Dzondi, Tieffenbach* und *Wiesemann* gelungen. Haare entstehen auch an aussergewöhnlichen Stellen, z. B. auf Schleimhäuten, in Balggeschwülsten, Eierstockcysten, und besitzen überall, auch in der Lunge (*Mohr's* Fall) Bälge, Wurzelscheiden und auch sonst einen ganz regelrechten Bau. Narben der Haut bleiben haarlos.

Zur mikroskopischen Untersuchung wählt man am besten vor Allem ein weisses Haar und seinen Balg, nachher auch gefärbte. Querschnitte erlangt man dadurch, dass man sich zweimal kurz hintereinander rasirt (*Henle*), oder Haare auf einem Glase (*H. Meyer*), oder ein Haarbündel zwischen zwei Kartenblättern (*Bowman*), oder in einen Kork eingeklemmt (*Harting*) schneidet; *Reichert* benutzt hierzu in Gutta Percha eingelassene Haare; Längsschnitte gewinnt man durch Schaben eines feineren oder Spalten eines dickeren Haares. Die Haarbälge untersuche man einzeln mit oder ohne Haar oder an Querschnitten getrockneter Haut; durch Zerzupfen kann man die verschiedenen

Schichten derselben trennen, durch Essigsäure die Kerne der beiden äusseren erkennen; die Papille sieht man am besten in den Bälgen weisser Haare. Die äussere Wurzelscheide folgt beim Ausreissen der Haare meist mit ihrem obern Theile, oft ganz mit, und löst sich an erweichter Haut ungemein leicht mit dem Haare; ihre Zellen sieht man ohne Zusätze oder durch etwas Essigsäure und Natron. Die innere Wurzelscheide findet sich an ausgerissenen Haaren oft ganz, und kann schon ohne weitere Vorbereitung oder nach Ablösung der äussern Scheide in allen ihren Theilen erkannt werden. Noch deutlicher machen sie Natron und Kali in kurzer Zeit. Die Oberhäutchen müssen vorzüglich mit Alkalien und Schwefelsäure erforscht werden, ebenso das Haar selbst, worüber das Wichtigste schon angegeben wurde und Ausführlicheres bei *Donders* und *Moleschott* (l. l. c. c.) zu lesen ist, nur das hebe ich hervor, dass auch hier Anwendung eines höhern Wärmegrades viele Zeit erspart. — Will man die Haare beim Fötus erforschen, so zieht man, wenn derselbe jünger ist, einfach die Oberhaut ab und findet an der Innenfläche die Anlagen derselben; an älteren Embryonen macht man feine Hautdurchschnitte oder nimmt mit der Oberhaut auch die Lederhaut weg, in welchem Falle dann Natron gute Dienste leistet. —

Literatur. *Eble*, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur. 2 Bde. Wien 1831; *Eschricht*, Ueber die Richtung der Haare am menschlichen Körper, in *Müll.* Arch. 1837, p. 37; *v. Laer*, *De structura capill. hum. observationibus microscopicis illustr. Dissert. inaug. Traject. ad Rhenum* 1841, und Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 45, Nr. 147; *G. Simon*, in *Müll.* Arch. 1841, p. 361; *Krause*, Artikel »Haut« in *Wagn.* Handw. d. Phys. 1844, Bd. II. p. 124; *Kohlrausch*, in *Müll.* Arch. 1846, p. 300; *Jäsche*, *De telis epithelialibus in genere et de iis vascorum in specie. Dorpat.* 1847; *Kölliker*, in Mitth. der Zürch. naturf. Ges. 1847, p. 177. und 1850, Nr. 41; *Hessling*, in Fror. Not. 1848. Nr. 113; *Langer*, in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1850, Bd. I.; *E. Reissner*, *De hominis mammal. pilis Dorp.* 1853. *Dissert.* und Beitr. z. Kenntn. der Haare, 1854 mit 2 Taf.; *Remak*, Unters. z. Entw. S. 98—192, Tab. VII; *C. B. Reichert*, in Zeitschr. f. klin. Med. 1855, Bd. VI, p. 1; *Engel*, in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1856, Hft. 2; *J. H. Falck*, *De hominis mammaliumque domest. pilis Diss. Dorp.* 1856; *Förster*, in Arch. f. path. Anat. Bd. XII, p. 569; *Donders*, Unt. ü. d. Entwickelung u. d. Wechsel der Cilien, Arch. f. Opthalm. Bd. IV. 1. p. 286; *A. Spiess*, Das Verhalt. der Centraltheile des Haares im physiol. und path. Zustande, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. V, p. 1; *J. A. Moll*, Ueber den Haarwechsel, Arch. f. holländ. Beitr. II, p. 169; *P. Chapuis*, *Rech. s. la Struct. des poils et follic. pileux*, in *Annales d. sc. nat.* XIII, p. 353; ders. und *Moleschott*, in *Molesch.* Unters. Bd. VII, p. 325; *L. L. Vaillant*, *s. l. Système pileux de l'esp. hum. Paris* 1861. *Thèse.* Die vergleichende Anatomie der Haare ist behandelt von *Heusinger*, in Meck. Arch. 1822. 1823 und System der Histiologie; *Erdl*, in Abh. d. Münch. Akad. III. II; *Gegenbaur*, in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1850 und Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 13; *Steinlin*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX; *Leydig*, in *Müll.* Arch. 1859. p. 686, 706 ff. Verwandte Horngebilde besprechen die Dorpater Dissert. von *Bröcker*, *De textura et formatione spinarum* 1845; *Hehn*, *De text. formal. barb. balaenae* 1849; *Schrenk*, *De formatione pennae* 1849.

IV. Von den Drüsen der Haut.

A. Von den Schweissdrüsen.

§. 70.

Die Schweissdrüsen, *Glandulae sudoriparae*, sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende, den Schweiss absondernde Drüschen, welche mit Ausnahme der vertieften Seite der Ohrmuschel, des Gehörganges, der *Glans penis*, der innern Lamelle des *Praeputium* und anderer weniger Stellen in der ganzen Haut vorkommen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen an der Oberfläche derselben ausmünden.

§. 71.

An jeder Schweissdrüse (Fig. 47 *g*, Fig. 88) unterscheidet man den Drüsenknäuel (Fig. 88 *a*, Fig. 47 *g*) oder die eigentliche Drüse von dem Ausführungsgange, dem *Canalis sudoriferus* (Fig. 47 *h*, Fig. 88 *b*). Jener ist ein rundliches oder länglichrundes Körperchen von gelblicher oder gelbröthlicher durchscheinender Farbe, das in der Regel $^1/_7$—$^1/_5$''' misst, an den Augenlidern, der Haut des *Penis*, des *Scrotum*, der Nase, der gewölbten Seite der Ohrmuschel dagegen nur $^1/_{10}$—$^1/_{12}$''' beträgt, während dasselbe im Warzenhofe und in der Nähe desselben, an der Wurzel des *Penis* und zwischen dem *Scrotum* und *Perinaeum* bis zu $^1/_2$''', endlich in der behaarten Stelle der Achselhöhle zu $^1/_2$, 1—1$^1/_2$''' Dicke und 1—3''' Breite ansteigt.

Die Schweissdrüsen liegen in den meisten Fällen in den Maschen der *Pars reticularis* der Lederhaut, bald etwas höher, bald etwas tiefer, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe neben oder unter den Haarbälgen. Seltener trifft man sie im Unterhautzellgewebe oder an den Grenzen desselben, so z. B. in der *Axilla*, der *Areola mammae* zum Theil, an den Augenlidern, dem *Penis* und *Scrotum*, der Handfläche und Fusssohle. An den zwei letztgenannten Orten stehen sie reihenweise unter den Riffen der Lederhaut und ziemlich gleichweit von einander; an andern Orten trifft man sie meist regelmässig, je eine oder zwei in einer Masche der Lederhaut, doch gibt es nach *Krause* Strecken von $^1/_2$—$^1/_4$''', wo sie gänzlich vermisst werden oder in Gruppen von drei oder vier nahe beisammen vorkommen. In der Achselgrube bilden die Drüsen eine zusammenhängende Schicht unter der Lederhaut.



Fig. 88.

Nach *Krause* finden sich auf einem □'' Haut zwischen 400—600 Drüsen an der hintern Seite des Rumpfes, an der Wange, und den ersten zwei Abschnitten der untern Extremitäten; 924—1090 an der vordern Seite des Rumpfes, am Halse, an der Stirn, dem Vorderarme, dem Hand- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 an der Handfläche. Die Gesammtzahl der Schweissdrüsen, ohne die der Achsel, schlägt *Krause* annäherungsweise aber etwas zu hoch zu 2,381,248 an und den Gesammtrauminhalt derselben mit Inbegriff derer der *Axilla* zu 39,653 Cubikzoll.

Die Gefässe der Schweissdrüsen sind vorzüglich schön an denen der Achselhöhle zu sehen (Fig. 88); auch an den andern sieht man hie und da Gefässe (am schönsten am *Penis*, wo z. B. Drüsen von 0,36''' von den zier-

Fig. 88. Ein Schweissdrüsenknäuel und seine Gefässe, 35mal vergr. *a.* Drüsenknäuel; *b.* Ausführungsgang oder Schweisskanal; *c.* Gefässe eines Drüsenknäuels nach *Todd-Bowman*.

liebsten Verästelungen einer Arterie von 0,06''' in ihrem Innern versorgt werden), und an gut gelungenen Injectionen der Haut erscheinen die Drüsen als röthliche Körperchen. Nerven sind an ihnen bisher noch nicht gefunden.

§. 72.

Feinerer Bau der Drüsenknäuel. Die Schweissdrüsen bestehen in der Regel aus einem einzigen, vielfach gewundenen und zu einem Knäuel verschlungenen, nach *Krause* in einem Falle $^3/_4$''' langen Röhrchen, welches in seinem ganzen Verlaufe so ziemlich dieselbe Weite besitzt und an der Oberfläche des Knäuels oder im Innern desselben leicht angeschwollen blind endet. Nur bei den grossen Drüsen der Achselhöhle ist das Drüsenrohr meist mehrfach gabelig in Aeste getheilt, die wiederum sich spalten, in seltenen Fällen selbst untereinander sich verbinden, und dann erst, nachdem sie oft noch kleine Blindsäcke abgegeben haben, jeder für sich blind enden. — Die Drüsenröhrchen sind entweder dünnwandige oder dickwandige (Fig. 89). Erstere (Fig. 89 *A*) besitzen eine äussere Faserhülle aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit eingestreuten länglichen Kernen, die nach innen durch eine von *Virchow* zuerst für sich dargestellte *Membrana propria* begrenzt und mit einer einfachen oder mehrfachen Lage vieleckiger Zellen von 0,005—0,007''' besetzt ist, welche in allen Verhältnissen den tieferen Zellen des *Rete Malpighii* vollkommen gleichen, ausser dass sie fast ohne Ausnahme einige Fettkörnchen, noch häufiger gelbe oder bräunliche Farbkörnchen in geringer Zahl enthalten. Die dickwandigen Schweissdrüsenkanäle (Fig. 89 *B*), haben ausser den eben beschriebenen Lagen eine mittlere Schicht von glatten der Länge nach verlaufenden Muskeln, deren leicht darstellbare Elemente als muskulöse Faserzellen von 0,015—0,04''' Länge, 0,002—0,005''', selbst 0,008''' Breite hie und da mit einigen Farbkörnchen sich kund geben, und jede einen rundlich-länglichen Kern enthalten. Das Epithelium ergibt sich hier in allen Fällen, in denen die Drüsenschläuche nur Flüssigkeit enthalten, als eine einfache sehr deutliche Lage 0,006—0,015''' grosser, vieleckiger Zellen, ist dagegen bei entgegengesetzten Verhältnissen nur schwer oder selbst gar nicht zu erkennen. Das Vorkommen dieser zwei Formen von Drüsenschläuchen anlangend, so zeigt sich, dass dicke Wände und ein muskulöser Bau sich besonders bei den grösseren Drüsen der *Axilla* finden, deren Schläuche durch



Fig. 89.

Fig. 89. Schweissdrüsenröhrchen, 350mal vergr. *A*. Ein dünnwandiges mit einem freien Raume im Innern und ohne Muskulatur, von der Hand. *a*. Bindegewebshülle; *b*. Epithel; *c*. Lumen. *B*. Ein Stück eines Röhrchens ohne Lichtung und mit einer Muskellage, vom Scrotum. *a*. Bindegewebe; *b*. Muskellage; *c*. Zellen, die das Drüsenrohr erfüllen, mit gelben Körnchen im Inhalt.

und durch muskulöse Wandungen besitzen, und hierdurch ein ganz eigenthümliches streifiges Ansehen erhalten. — Einen ganz gleichen Bau sehe ich nur noch an den grossen Drüsen der Peniswurzel und der Brustwarze, wogegen allerdings noch hie und da eine nur theilweise entwickelte oder schwächere Muskulatur sich findet, wie namentlich in den Drüsen der Handfläche, deren weitere Schläuche durch die Dicke ihrer Wandungen sich auszeichnen und deutlich genug, jedoch schwächer als anderwärts, Muskulatur erkennen lassen. Dasselbe gilt auch von einzelnen Drüsen des *Scrotum*, selbst des Rückens, der *Labia majora*, des *Mons veneris* und der Anusgegend, jedoch mit der Beschränkung, dass oft nur ein kleinerer Theil des Drüsenschlauches, selbst nur das allerletzte blinde Ende desselben mit Muskulatur versehen ist. Zartwandig und ohne Muskeln sind die Drüsen des Unterschenkels, des *Penis*, der Brustdrüsengegend (die *Areola* ausgenommen), der Augenlider und die Mehrzahl derer des Rückens und Oberschenkels, von Brust und Bauch, sowie der zwei ersten Abschnitte des Armes.

Der Durchmesser der Drüsenschläuche schwankt bei den kleineren Drüsen von 0,022 bis 0,04''' und beträgt im Mittel 0,03''', die Dicke der Wände misst 0,002—0,003''', das Epithel 0,006''', das Lumen 0,004—0,01'''. Die Achseldrüsen besitzen einerseits Röhren von 0,07—0,1''', selbst 0,15''', mit Wandungen von 0,006''' Dicke ohne das Epithel, wovon die Hälfte auf die Muskellage kommt, andrerseits aber auch, und zwar die grössten Drüsen, nur solche von 0,03—0,06''', mit Wänden von 0,004''', auch in der *Areola* und an den Genitalien wechseln die Durchmesser bei den grösseren Drüsen, jedoch in engeren Grenzen.

Alle Schweissdrüsenknäuel sind theils im Innern von Bindegewebe (hie und da mit Fettzellen) durchzogen, welches ihre Gefässe leitet und die einzelnen Windungen ihrer Schläuche mit einander verbindet, theils besitzen sie eine äussere, den ganzen Knäuel umgebende Faserhülle (gewöhnliches Bindegewebe mit Zellen), welche an den mehr frei im Unterhautzellgewebe liegenden Knäueln (*Penis*, *Axilla* etc.) besonders hübsch entwickelt ist.

§. 73.

Absonderung der Schweissdrüsen. Alle kleineren Schweissdrüsen enthalten, sobald eine Lichtung in ihren Schläuchen sichtbar wird, was jedoch nicht immer der Fall ist, nur eine klare, helle Flüssigkeit ohne irgend welche geformten Theile in derselben, bei den Axillardrüsen dagegen einen an geformten Theilen reichen Inhalt, welcher einmal als ein graulich durchscheinender, in geringem Grade flüssiger Stoff mit unzähligen feinen blassen Körnchen und manchmal einzelnen Kernen, und zweitens als Eine weissgelbliche, ziemlich zähe Masse mit vielen grösseren, dunklen, farblosen oder gelblichen Körnern, Kernen und Zellen, ähnlich den beschriebenen Epithelzellen, in verschiedener Zahl erscheint. Dass dieser Inhalt, der, wie ich finde, viel Protein und Fett enthält, von gewöhnlichem Schweisse, der flüssig ist und keine geformten Bestandtheile führt, bedeutend abweicht und vielleicht eher dem Hauttalge sich annähert, ist klar, und man könnte deshalb sich bewogen sehen, die Drüsen der Achselhöhle aus der Reihe der Schweissdrüsen zu streichen und ihre Absonderung als eine eigenthümliche zu be-

trachten. Allein es enthalten auch diese Drüsen hie und da einen körnerarmen Inhalt, ja selbst nichts als Flüssigkeit, und dann kommen unter den grösseren Drüsen der Achselgrube kleinere vor, welche auch in Bezug auf den Inhalt durch mannichfache Stufen einerseits in die ganz grossen, andrerseits in gewöhnliche kleine Drüsen übergehen. Nimmt man hierzu, dass ausnahmsweise die Schweissdrüsen auch anderwärts, wie namentlich in der *Areola*, eine an Körnern reiche Flüssigkeit führen, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass eine Trennung der grösseren Achseldrüsen von den gewöhnlichen Schweissdrüsen bezüglich des Inhaltes nicht rathsam ist, um so mehr, da wir noch keineswegs wissen, ob nicht auch die letztern unter gewissen Umständen Körner enthalten.

Was die Entstehung des körnerreichen Inhaltes betrifft, so ist derselbe auf Rechnung von in den Drüsenschläuchen sich bildenden Zellen zu setzen. Man trifft nämlich häufig in denselben Zellen, welche dieselben Körnchen enthalten, die auch frei in den Drüsenschläuchen vorkommen, und manchmal so zu sagen für sich allein den Inhalt bilden. Auch kommt es vor, dass in einer und derselben Drüse die Enden des Drüsenschlauches nichts als Zellen führen, während der Ausführungsgang fast keine Spur von solchen, sondern nichts als Körner und einzelne freie Kerne enthält, und hier kann man dann leicht herausfinden, wie die Zellen nach und nach, je weiter nach oben sie treten, um so zahlreicher vergehen und die Körner in ihrem Innern und ihre Kerne austreten lassen. Diese Zellen gehen offenbar aus den Epitheliumzellen der Schläuche des Drüsenknäuels hervor, denn einmal sind die Zellen des Inhaltes und des Epithelium in Allem gleich, und zweitens fehlt, wo ein zellen- oder körnerreiches Contentum in den Drüsen selbst vorkommt, das Epithelium meist gänzlich, so dass ersteres unmittelbar an die *M. propria* anstösst. Da nun auf der andern Seite in den Drüsen, die nur helle Flüssigkeit führen, das Epithelium immer sehr schön zu sehen ist und manchmal viele dunkle und gefärbte (selbst goldgelbe) Körner in seinen Zellen enthält, so lässt sich wohl annehmen, dass die Zellen im Inhalt nichts als abgelöstes Epithelium sind, und dass die Absonderung überhaupt auf einer Wucherung und beständigen Ablösung der Epitheliumzellen beruht.

Die Untersuchungen über die Abscheidung der Schweissdrüsen sind weder vom chemischen noch vom mikroskopischen Standpunkte aus als geschlossen zu betrachten. Erstere anlangend, scheint mir die Thatsache, dass die Achseldrüsen Fett und eine stickstoffhaltige Verbindung in grossen Mengen liefern, wichtig, indem sich, bei der nachgewiesenen anatomischen Uebereinstimmung dieser und der übrigen Schweissdrüsen hieraus vielleicht auch ein Schluss auf die Absonderung der letzteren ableiten lässt. Schon jetzt wissen wir, dass auch der gewöhnliche Schweiss stickstoffhaltige Stoffe (Extracte) und, wie *Krause* (l. c. p. 146) bestimmt nachgewiesen hat, Fett enthält, und man kann sich fragen, ob nicht diese Verbindungen an gewissen Orten (Hand, Fuss z. B.) reichlicher vorkommen oder unter gewissen Verhältnissen (bei örtlichen, klebrigen, eigenthümlich riechenden Schweissen) zunehmen. Dieser von mir schon lange vertretenen Auffassung hat sich in der neuesten Zeit *Meissner* angeschlossen, wobei er sich jedoch verleiten liess zu behaupten, dass die Schweissdrüsen nur eine fettige Absonderung und gar keinen Schweiss liefern, welcher letztere nach ihm von den Papillen des Corium abgesondert werden und durch die Epidermis durchsickern soll, eine Annahme, deren Unrichtigkeit nicht weiter bewiesen zu werden braucht. *Meissner* nennt die Schweissdrüsen mit Inbegriff der Ohrenschmalzdrüsen *Gl. glomiformes*, Knäueldrüsen, zu welcher Aenderung mir auch keine Veranlassung vorhanden zu sein scheint,

da es bei Thieren Schweissdrüsen gibt, die einfache Schläuche sind, und Knäueldrüsen vorkommen (die *Gl. ceruminosae*), die keinen Schweiss absondern, und überhaupt die äussere Form der Drüsen in keiner bestimmten Beziehung zu ihrer Verrichtung steht. Sogenannte Schweisskörperchen (*Henle*, p. 915 und 939), d. h. den Schleimkörperchen ähnliche Gebilde, habe ich bisher weder im Schweisse des Menschen, noch in den kleineren Drüsen gefunden, doch will ich darauf aufmerksam machen, dass fast regelmässig auch in den kleineren Schweissdrüsen gewisse Kanälchen — und mir schienen es immer die dem blinden Ende zunächst gelegenen zu sein — vorkommen, die keine Lichtung enthalten, sondern ganz von Epithelzellen erfüllt sind (Fig. 89. *B*), während die an den Ausführungsgang angrenzenden ohne Ausnahme eine solche von 0,004—0,01''' zeigen. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass auch in den gewöhnlichen Schweissdrüsen zeitenweise ein zellenhaltiger Saft gebildet und ausgestossen wird, wie solches bei den Axillardrüsen der Fall ist, denn nach dem, was die Untersuchung der Schläuche dieser Drüsen lehrt, ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass im Schweisse der Achselhöhle Körnchen, Kerne und vielleicht selbst Zellenreste vorkommen.

§. 74.

Schweissgänge. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen oder die Schweissgänge, Spiralgänge (Figg. 47, 90) beginnen am obern Ende des Drüsenknäuels als einfache Röhren, steigen leicht geschlängelt senkrecht durch die *Cutis* in die Höhe und dringen dann zwischen den Papillen, nie an der Spitze derselben in die Oberhaut ein. Hier beginnen sie sich zu drehen und je nach der Dicke derselben 2—16 und mehr engere oder weitere, spiralige Windungen zu machen, bis sie schliesslich mit kleinen runden, manchmal trichterförmigen Oeffnungen, den sogenannten Schweissporen, an der freien Fläche der Oberhaut, in seltenen Fällen (s. Figg. 86, 87) auch in die Haarbälge ausmünden.

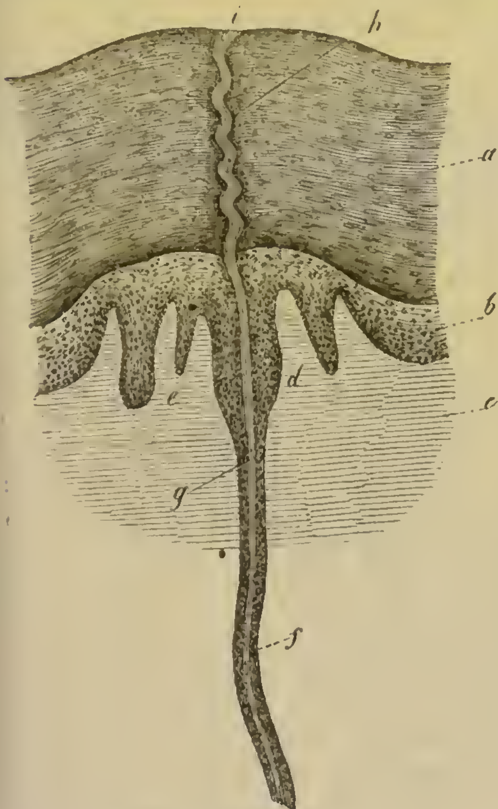


Fig. 90.

Die Länge der Schweissgänge richtet sich nach der Lage der Drüsen und der Dicke der Haut. Ohne Ausnahme ist der Anfang des Ganges enger als die Schläuche im Drüsenknäuel selbst, und misst 0,009—0,012''', dann bleibt derselbe gleich eng bis zu seinem Eintritte in das *Stratum Malpighii*, wo er reichlich um das Doppelte, bis zu 0,024—0,028''' sich erweitert (Fig. 90), in dieser Breite durch die Oberhaut zieht und mit einer Mündung von $^1/_{30}$—$^1/_{20}$''' ausgeht. Bei den Drüsen der Achselhöhle maass der Ausführungsgang in einem Falle in der Höhe der Talgdrüsen 0,06—0,09''', dicht unter der Oberhaut 0,03''', in der Oberhaut selbst

Fig. 90. Senkrechter Schnitt durch die Oberhaut und äussere Coriumfläche der Daumenbeere quer durch zwei Leistchen, 50mal vergrössert und mit Essigsäure behandelt. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Lederhaut. *d.* Einfache Papille. *e.* Zusammengesetzte Papille. *f.* Epithelium eines Schweissganges, in die Schleimschicht übergehend. *g.* Lichtung desselben in der Lederhaut. *h.* in der Hornschicht. *i.* Schweisspore.

wieder 0,06'''. — Im *Corium* haben die Schweissgänge immer eine deutliche Lichtung, eine äussere Hülle von Bindegewebe mit länglichen Kernen (bei den Drüsen der *Axilla* auch noch, wenigstens im untern Theile, Muskeln) und ein Epithelium von mindestens zwei Lagen von vieleckigen kernhaltigen Zellen ohne gefärbte Körnchen. Da, wo die Schweissgänge in die Oberhaut treten, verlieren sie ihre Bindehülle, welche mit der äussersten Lage der Lederhaut zusammenfliesst und zeigen von nun an als Begrenzung nichts als Zellenlagen, welche im *Stratum Malpighii* kernhaltig, in der Hornschicht kernlos sind und den Oberhautzellen ganz gleichen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie namentlich in der Hornschicht mehr senkrecht stehen. Eine Lichtung ist in der Oberhaut manchmal deutlich, andere Male zieht sich ein körniger Streifen an der Stelle derselben durch den Kanal hin, dessen Bedeutung vielleicht die einer Absonderung oder eines Niederschlages aus einer solchen ist. Die Schweissporen, deren Lagerung, entsprechend derjenigen der Schweissdrüsen, bald sehr regelmässig, bald mehr unregelmässig ist, sind an der Handfläche und Fusssohle von blossem Auge eben noch zu sehen, an anderen Orten nur durch das Mikroskop zu erkennen. — Hie und da vereinen sich die Ausführungsgänge zweier Drüsen in einen Gang (*Krause*).

§. 75.

Entwickelung der Schweissdrüsen. Die Schweissdrüsen erscheinen erst im fünften Monate des Embryonallebens, sind ursprünglich nichts als längliche Auswüchse des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und gleichen den ersten Anlagen der Haarbälge sehr. In den frühesten von mir gesehenen Zuständen maassen die Auswüchse in der *Planta pedis* 0,03—0,09''' Länge, 0,01''' Breite am Halse, 0,018—0,02''' am Grunde, erstreckten sich, auch die längsten, nicht bis in die Hälfte der 0,25''' dicken *Cutis* hinein, und bestanden durch und durch aus runden Zellen, ganz denen des *Stratum Malpighii* der Oberhaut gleich; ausserdem hatte noch jeder Auswuchs eine zarte Hülle, welche in die Begrenzung der innern Fläche der Oberhaut sich fortsetzte. Von Schweissporen und Schweissgängen fand ich keine Spur. — Im Anfange des sechsten Monats reichen die Drüsen der Sohle und Hand schon bis in die Mitte und zum untersten Viertheile der *Cutis*, messen 0, 028—0,04''' an ihrem kolbigen Ende, 0,016—0,02''' in dem von demselben aufsteigenden Gange, sind schon leicht geschlängelt und zeigen wenigstens theilweise in ihrem engeren Theile eine Lichtung, ohne jedoch in die Oberhaut einzudringen oder gar sich an der Aussenfläche derselben zu öffnen. Erst im siebenten Monate fand ich an denselben Orten die ersten Spuren der Schweissporen und Schweissgänge in der Epidermis, doch noch sehr undeutlich, und die letzteren nur mit einer

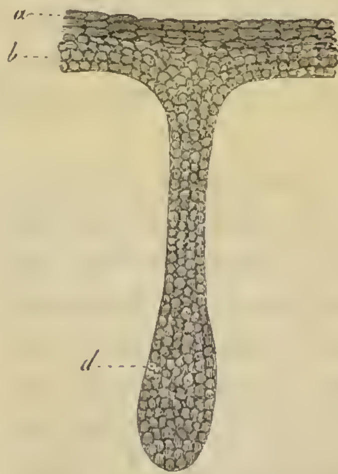
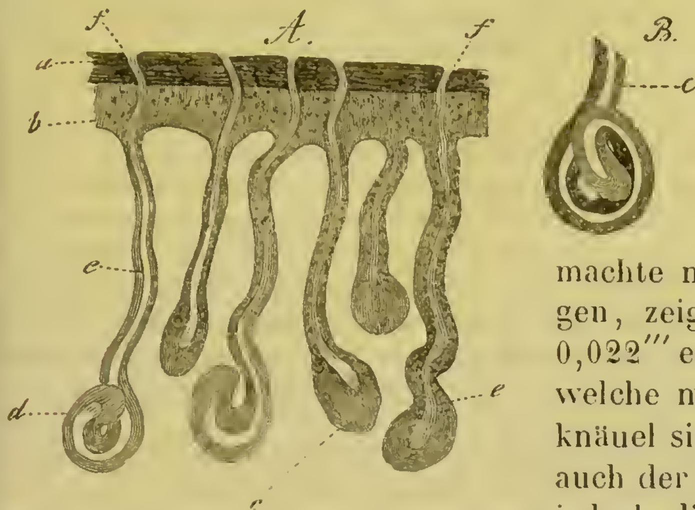


Fig. 91.

Fig. 91. Schweissdrüsenanlage von einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo, bei 350maliger Vergrösserung. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Corium. *d.* Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

halben Windung (Fig. 92. *A*): dagegen war der in der *Cutis* steckende Theil der Drüse nun bedeutender entwickelt, reichte bis in die innersten Theile derselben und zwar an seinem blinden Ende hakenförmig umgekrümmt oder schon etwas gewunden, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels von ungefähr 0,04—0,06''' enstand. Der aus demselben entspringende Gang machte meist mehrere stärkere Windungen, zeigte bei einer Dicke von 0,015—0,022''' eine Lichtung von 0,003—0,004''', welche manchmal selbst bis in den Endknäuel sich erstreckte, und bestand, wie auch der letztere, aus der ursprünglichen, jedoch dickeren, mit der Oberfläche der *Cutis* zusammenhängenden Haut und einem mehrschichtigen Epithelium blasser, vieleckiger oder rundlicher Zellen. In ähnlicher Weise sah ich um diese Zeit auch die Drüsen des übrigen Körpers, über die ich aus früheren Zeiten nichts zu berichten weiss, ja selbst die der Achselhöhle waren durch gar nichts vor den andern ausgezeichnet. Von nun an geht die Entwickelung rasch voran, das Drüsenende verlängert sich immer mehr und wickelt sich zusammen (Fig. 92. *B*), so dass bald ein von dem, was der Erwachsene zeigt, kaum verschiedenes Verhalten sich einstellt. Beim Neugebornen messen die Drüsenknäuel der Ferse 0,06—0,07''' (bei einem Kinde von vier Monaten an der Ferse nur 0,06—0,1''', in der Hand 0,12'''), besitzen vielfach verschlungene Kanäle von 0,015—0,02''' und ziehen mit ihren Ausführungsgängen (in der *Cutis* von 0,008''', im *Rete Malpighii* von 0,022''') schon gewunden durch die Oberhaut.

Fig. 92.



Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass die einzelne Schweissdrüse sich nicht als Einstülpungsbildung der Haut und auch nicht gleich von Anfang an als ein hohles Gebilde entwickelt, sondern zuerst als einfache Wucherung der Schleimschicht der Haut zum Vorschein kommt. Durch fortgesetzten Zellenvermehrungsprocess wachsen die ursprünglichen Anlagen immer tiefer in die Haut hinein, nehmen ihre eigenthümlichen Windungen an und scheiden sich in den Drüsenknäuel und den Schweissgang, während zugleich, entweder durch Verflüssigung der mittleren Theile, die dann gleichsam als erste Absonderung erschienen, oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen ihre Zellen, eine Höhlung entsteht. Wie der Schweissgang in der Oberhaut und die Schweisspore sich bildet, ist zweifelhaft; wahrscheinlich durch einen Gestaltungsprocess in der Oberhaut selbst. — Nach einigen von mir angestellten Messungen (Mikr. Anat. II. 1. 171) scheint auch nach dem fünften Monate

Fig. 92. *A*. Schweissdrüsenanlagen aus dem siebenten Monate, 50mal vergr. Die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d* wie bei Fig. 91. Die Lichtung *e* ist durchweg vorhanden, nur reicht sie nicht ganz bis ans Ende des dickeren Theiles der Drüsenanlagen, die zum Drüsenknäuel sich gestalten. Fortsetzung der Gänge in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f*. sind da. *B*. Ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate.

noch eine Bildung von Schweissdrüsen vorzukommen, bei der Geburt dagegen die volle Zahl derselben vorhanden zu sein.

Ueber die krankhaften Verhältnisse der Schweissdrüsen ist wenig bekannt. *Kohlrausch* hat Schweissdrüsen von ziemlicher Grösse (1/2‴) in einer Eierstockcyste neben Haaren und Talgdrüsen gefunden. Bei *Elephantiasis Graecorum* beobachteten *G. Simon* und *Brücke* eine Vergrösserung der Schweissdrüsen, ebenso *v. Bärensprung* bei einer Art von Warzen; der Letztere sah auch eine Atrophie der Drüsen bei Hühneraugen und ein Verschwinden des Ganges derselben in den äussern Epidermislagen. Wie die Drüsen im Alter, bei dem gänzlichen Fehlen der Schweissbildung und bei krankhaften Schweissen sich verhalten, ist unbekannt. — Bei einer ausgezeichneten *Ichthyosis congenita* (sehr ähnlich, nur noch ausgezeichneter als der von *Steinhausen* beschriebene Fall) eines Neugebornen, den *H. Müller* und ich untersuchten, waren die Schweissdrüsen vorhanden. Ihre Ausführungsgänge verhielten sich, in Betreff ihres Verlaufes in der bis auf 2‴ verdickten Oberhaut, zum Theil wie gewöhnlich, zum Theil legten sie sich, wie an der *Planta pedis*, mit ihren äussern Theilen fast ganz wagerecht und verliefen stellenweise bis auf eine Länge von 1 1/2‴ ganz eben fort, so dass sie auf Flächenschnitten der Oberhaut als gleichlaufende, auf den ersten Blick fremdartige Röhren mit einer Lichtung von 0,0015 — 0,003‴ erschienen. Eigenthümlich war auch der Inhalt der Schweissgänge, der ohne Ausnahme aus vielen weissen Fetttropfen bestand. — Schweissdrüsen beobachtete ich auch in dem von *Mohr* beschriebenen Falle von einer grossen Höhle mit Haaren in der Lunge; ihre Grösse betrug 0,24‴, und sassen dieselben in einem mit gewöhnlichen Fettzellen versehenen *Panniculus adiposus*, wie denn überhaupt bemerkt werden muss, dass die Wand der Höhle, ausser der erwähnten Fetthaut, auch eine Lederhaut mit Papillen und eine Oberhaut wie die äussere Haut besass.

Art der Untersuchung. Zur Untersuchung der Lage der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge fertigt man feine Schnitte frischer oder leicht getrockneter Haut der Fusssohle oder Handfläche an, die man durch Essigsäure oder Natron durchsichtig macht. *Gurlt* benutzt hierzu in *Liq. Kali carbonici* erhärtete und durchsichtig gemachte Haut. *Giraldès* erweicht die Haut 24 Stunden in verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure, 2 Th. Wasser) und 24 Stunden in Wasser, welches Verfahren nach *Krause* sehr zweckmässig ist, da die Drüsen gelb werden und sich gut hervorheben. An in Wasser erweichten Hautstücken lässt sich mit der Oberhaut die Zellenauskleidung der Schweissgänge, nach *Tobien* sammt der Bindegewebshülle, in Gestalt von langen Röhrchen aus der Cutis herausziehen; dasselbe gelang mir an zarten Hautstellen nicht selten auch nach Benetzung derselben mit starker Essigsäure. Die Untersuchung der Drüsenknäuel selbst ist bei den Achseldrüsen sehr leicht; bei den andern muss man die Haut von innen her blosslegen und die Drüsen theils an der Innenfläche der Cutis, theils in den Maschen derselben aufsuchen, was bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingt, namentlich an Hand, Fuss und Brustwarze. Zu Vorweisungen eignen sich vorzüglich gut die durch *Gurlt* beschriebenen grossen Drüsen der Sohlenballen des Hundes, und noch passender wären die ganz lose im Unterhautgewebe liegenden grossen Drüsen der Vorhaut und der Haut des Euters des Pferdes. Will man die Drüsen zählen, so kann man auf Flächenschnitten der Haut ihre Oeffnungen suchen oder ein Hautstück von bestimmter Grösse nach der *Giraldès*'schen Methode behandeln und Stück für Stück untersuchen (*Krause*). Für die Erforschung der Entwickelung der Drüsen mache man mit Doppelmesser oder Rasirmesser Durchschnitte der frischen und getrockneten Haut von Ferse und Handfläche der Embryonen, auch an Embryonen in Spiritus kann man, wenn die Schnitte fein sind, die Drüsen noch ganz gut sehen, namentlich auch im ersten Augenblicke der Einwirkung von kaustischem Natron.

Literatur. *Brechet et Roussel de Vauzème*, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux* in *Annal. d. scienc. natur.* 1834. p. 167 u. p. 321. (Entdeckung der Schweissdrüsen), *Gurlt*, Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses, in *Müll.* Arch. 1835. p. 399. (Erste gute Abbildung der Drüsen selbst); *Tobien*, *De glandularum ductib. efferent. Dorp.* 1853. p. 8.

Ausserdem vergleiche man noch besonders die allgemeinen Werke von *Todd-Bowman*, *Henle*, *Valentin*, *Hassall* und mir, die oben bei der Haut angeführten Abhandlungen von *Krause*, mir, *Simon*, *v. Bärensprung* und *Wilson* und die bei den Haaren angeführte Abhandlung von *Leydig*; ferner die Abbildungen von *Berres Tab. XXIV.*, *R. Wagner*, *Icon. phys. Tab. XVI. Fig. 9.*, *Ecker*, *Icon. phys. Tab. XVII.*, *F. Arnold*, *Icon. org. sens. Tab. XI.* und mir (Mikr. Anat. Tab. I.).

B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

§. 76.

Die Ohrenschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*, sind bräunliche, einfache, äusserlich den Schweissdrüsen vollkommen gleiche Drüsen, welche nicht im ganzen äussern Gehörgange, sondern nur im knorpeligen Theile desselben sich finden; sie liegen hier zwischen der Haut des Ganges und dem Knorpel oder den fibrösen Massen, die dessen Stelle vertreten, in einem derben fettarmen Unterhautzellgewebe und bilden eine zusammenhängende, dem blossen Auge leicht sichtbare gelbbraune Drüsenschicht, welche an der innern Hälfte des *Meatus cartilagineus* am mächtigsten ist, nach aussen allmählich sich verdünnt und auch lockerer wird, jedoch vollkommen so weit sich erstreckt, als der knorpelige Gang selbst.



Fig. 93.

Die Ohrenschmalzdrüsen zerfallen jede in den Drüsenknäuel und den Ausführungsgang. Ersterer (Fig. 93. *d*), von $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}'''$ Grösse, besteht aus vielfachen Windungen eines einzigen 0,03—0,06''', im Mittel 0,04—0,05''' ($\frac{1}{20}$—$\frac{1}{25}'''$) dicken Röhrchens, das hie und da, jedoch nicht beständig, kleine Ausbuchtungen besitzt und mit einem blinden, leicht angeschwollenen Ende ausgeht. Von dem Knäuel steigt ein kurzer, gerader, 0,017—0,024''' weiter Ausführungsgang senkrecht in die Höhe, durchbohrt Lederhaut und

Fig. 93. Durchschnitt durch die Haut des äussern Gehörganges, 20mal vergr. *a. Corium*; *b. Stratum Malpighii*; *c.* Hornschicht der Epidermis; *d.* Knäuel der Ohrenschmalzdrüsen; *e.* Ausführungsgänge derselben; *f.* ihre Mündungen; *g.* Haarbälge; *h.* Talgdrüsen des Gehörganges; *i.* Fetttr äubchen.

Epidermis des Gehörganges und öffnet sich in der Regel für sich mit einer runden Oeffnung von 0,014''' oder mündet in den obersten Theil der Haarbälge ein.

Der feinere Bau der Ohrenschmalzdrüsen ist folgender. Die Kanäle der Drüsenknäuel besitzen eine Faserhülle und ein Epithel, jene von 0,004—0,005''' Dicke, dieses von 0,004'''. Die Faserhülle verhält sich gerade wie bei den grösseren Schweissdrüsen, d. h. sie besteht aus einer innern, 0,0023—0,0026''' mächtigen Lage von der Länge nach verlaufenden glatten Muskeln und einer äussern Lage von Bindegewebe mit eingestreuten Zellen und hie und da queren feinen elastischen Fasern. Das Epithel sitzt wahrscheinlich auf einer *M. propria* auf und besteht aus vieleckigen, 0,006—0,01''' grossen Zellen in einfacher Lage, die eine grössere oder geringere Zahl gelbbrauner in Alkalien und Säuren in der Kälte unlöslicher Farbkörner von unmessbarer Kleinheit bis zu 0,002''' oder weisslicher Fettröpfchen bis zu 0,001''' enthalten, in der Art, dass ganze Strecken einer Drüse in der Regel nur eine und dieselbe Art von Körnchen führen, woher es dann kommt, dass dieselben entweder gleichmässig bräunlich oder dunkel (bei auffallendem Lichte weisslich) aussehen. Der Inhalt der Drüsenschläuche ist bald hell und flüssig, bald körnig und vorzüglich aus Zellen, ähnlich den Epithelialzellen bestehend, woraus hervorzugehen scheint, dass hier dieselbe Art und Weise der Absonderung vorkömmt, wie bei den Schweissdrüsen. — Die Ausführungsgänge besitzen eine Hülle von Bindegewebe und ein mehrschichtiges Epithel von kleinen, kernhaltigen, der Fett- und Farbkörner ermangelnden Zellen. In der Lichtung derselben, die jedoch nicht immer deutlich ist, finden sich bald eine helle Flüssigkeit, bald ein feinkörniger Brei in geringer Menge.

§. 77.

Als Absonderung der Ohrenschmalzdrüsen wird gemeinhin das Ohrenschmalz, *Cerumen auris*, genommen, was jedoch nur theilweise richtig ist. Untersucht man die weingelbe oder bräunliche, weichere oder festere klebrige Substanz, welche im knorpeligen Gehörgange sich bildet, so findet man, dass dieselbe aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Abgesehen von einzelnen Härchen, hie und da einer Haarbalgmilbe und in verschiedener Zahl vorhandenen Epidermiszellen, trifft man 1) sehr viele mit blassem Fette ganz erfüllte Zellen von 0,009—0,02''' von meist länglich runder, abgeplatteter unregelmässiger Gestalt, in denen bei Wasser-, und noch mehr bei Natronzusatz das Fett in einzelne runde oder unregelmässig dunklere Tropfen sich scheidet, 2) viel freies Fett in Gestalt von blassen, gelblichen, kleinen rundlichen Tröpfchen, die durch Wasser als runde dunkle Körner von unmessbarer Feinheit bis zu einer Grösse von 0,002''' und darüber erscheinen und erst recht deutlich hervortreten, zugleich aber auch sich entfärben, 3) gelbe oder bräunliche Körner und Körnerhaufen, frei oder selten in Zellen, im Ganzen genommen spärlich, 4) endlich, wenn die Ausscheidung flüssiger ist, auch eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Ich betrachte die erstgenannten Zellen als dem Hauttalge des äussern Gehörganges angehörig, die übrigen Theile dagegen als Absonderung der Ohrenschmalzdrüsen, die demnach eine fettreiche Flüssigkeit mit einzelnen bräunlichen Körnchen abschei-

den würden. Bei so bewandten Umständen ist natürlich die Untersuchung des gewöhnlichen Ohrenschmalzes, eines Gemenges von Hauttalg und dem eigentlichen *Cerumen*, von *Berzelius* nur mit Vorsicht zu benutzen. Meiner Ansicht nach kommt die von ihm aufgefundene braungelbe, in Alkohol und Wasser lösliche bittere Substanz und der wenige in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche, blassgelbe, scharf schmeckende Extractivstoff nebst einem bedeutenden Theile des Fettes auf Rechnung der Ohrenschmalzdrüsen, das übrige Fett, die Hornsubstanz und wahrscheinlich auch das meiste Eiweiss auf die Talgdrüsen, wogegen das Verhalten der Salze natürlich ganz unbestimmt bleiben muss.

Die Gefässe der Ohrenschmalzdrüsen verhalten sich wie die der Schweissdrüsen; in einem Falle sah ich auch eine feine Nervenfaser von 0,003''' mitten in einer Drüse. — Die Entwickelung der Drüsen stimmt mit derjenigen der Schweissdrüsen überein.

Nach Allem, was ich von den Ohrenschmalzdrüsen gesehen, kann ich dieselben nur für eine Abart der Schweissdrüsen halten, womit auch *Frey* und *Henle* sich einverstanden erklären, die sie ganz und gar zu den Schweissdrüsen ziehen. — Ueber die krankhaften Zustände der Ohrenschmalzdrüsen ist nichts bekannt. Von dem Ohrenschmalze wissen wir, dass es manchmal ganz fest ist, andere Male flüssig, eiterähnlich und blass. In dem letzteren Falle, der bei Entzündungen des äussern Gehörganges eintritt, enthält dasselbe viel mehr Flüssigkeit und freies Fett als sonst und sehr schöne fetthaltige Zellen. *Meissner* will im Ohrenschmalze auch *Corpuscula amylacea* gefunden haben und *Mayer* (*Müll.* Arch. 1844. p. 404) und *Inman* (*Quart. Journ. of micr. Science* 1853) haben Fadenpilze in demselben beobachtet. — Die Untersuchung anbelangend, verweise ich auf die Schweissdrüsen.

Literatur. *R. Wagner. Icones physiologicae. Tab. XVI. Fig. 11. A. B.*; *Krause* und *Kohlrausch* in *Müll.* Archiv 1830, p. CXVI; *Pappenheim*, Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres in *Fror.* N. Not. 1838. Nr. 141. p. 131 und Specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840; *Henle*, Allg. Anat. p. 915, 916, 934, 941; *Huschke*, Eingeweidelehre, p. 819; *Hassall*, Mikr. Anat. p. 427. Pl. LVII; *Valentin*, Artikel »Gewebe« im Handw. d. Phys. I. p. 755.

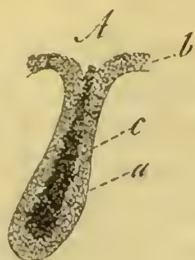
C. Von den Talgdrüsen.

§. 78.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae*, sind kleine weissliche Drüsen, welche fast überall in der Haut sich finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere, *Sebum cutaneum*, secerniren.

Die Gestalt der Talgdrüsen ist eine sehr verschiedenartige. Die einfachsten (Fig. 94. *A*) sind birnförmige oder längliche kurze Schläuche; bei andern, den einfach traubenförmigen, sind zwei, drei oder noch mehr Schläuche oder Bläschen mit einem kürzern oder längern Stiele vereint, bei noch anderen endlich (Figg. 94. *B*, 95) kommen zwei, drei und noch mehr einfache Träubchen in einem gemeinsamen Gange zusammen und bilden ein zierliches zusammengesetzt traubiges Drüschen. Ausser diesen drei Formen, welche nur die Hauptabarten darstellen, finden sich nun aber noch eine ziemliche Zahl Zwischenformen, die keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Talgdrüsen kommen vorzüglich an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit den Haarbälgen an der Oberfläche aus, weshalb man sie Haarbalgdrüsen benannt hat. Bei allen stärkeren Haaren erscheinen die Drüsen als seitliche Anhänge der Haarbälge und öffnen sich mit engeren Ausführungsgängen in dieselben (Figg. 71, 87, 93), bei Wollhaaren dagegen sind häufig Drüsengänge und Haarbälge



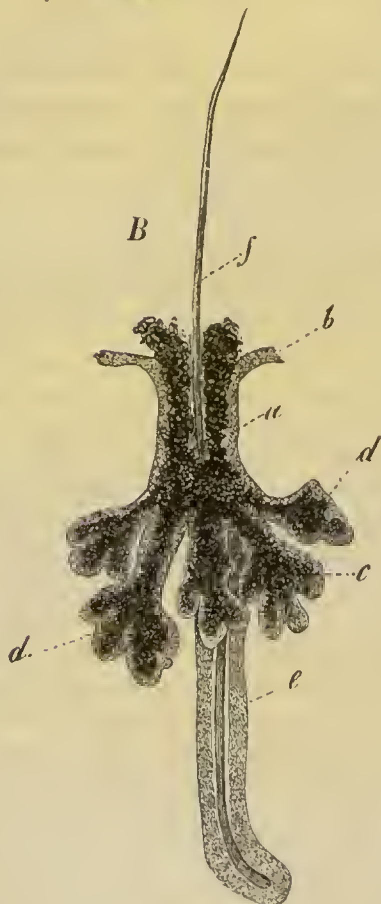


Fig. 94.

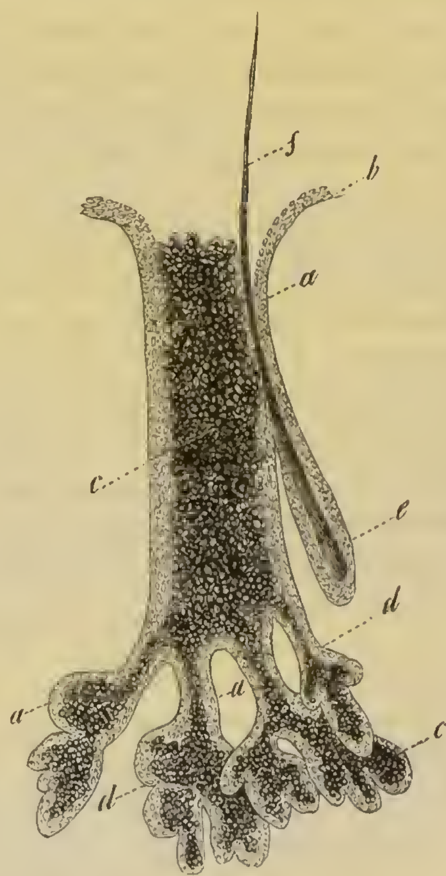


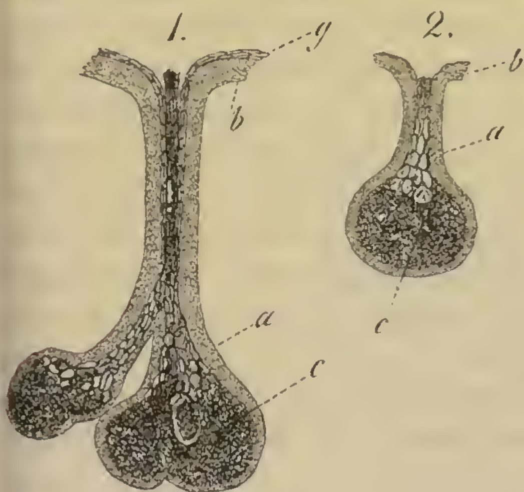
Fig. 95.

ungefähr gleich stark (Fig. 94. *B*) und münden in einen gemeinsamen Gang, den man ebenso gut als Fortsetzung des einen als des andern Gebildes betrachten kann, oder es überwiegen selbst die Drüsengänge (Fig. 95) und treten die Haare in das untergeordnete Verhältniss, so dass sie mit ihren Bälgen in die Drüsen ausgehen und selbst zur Drüsenöffnung herauskommen. An unbehaarten Stellen finden sich die Talgdrüsen nur am rothen Lippenrande (ich), an den *Labia minora* (siehe unten) und der *Glans* und dem *Praeputium penis*, fehlen dagegen an der *Glans* und dem *Praeputium clitoridis*. Im Allgemeinen sitzen die Drüsen dicht an den Haarbälgen in den obern Theilen der

Fig. 94. Talgdrüsen von der Nase, etwa 50mal vergr. *A*. Einfache schlauchförmige Drüse ohne Haar. *B*. Zusammengesetzte Drüse, die mit einem Haarbalge zusammenmündet. *a*. Drüsenepithel, zusammenhängend mit *b*. dem *Stratum Malpighii*, der Oberhaut; *c*. Inhalt der Drüsen, Talgzellen und freies Fett; *d*. die einzelnen Träubchen der zusammengesetzten Drüse; *e*. Haarbalg (Wurzelscheide) mit dem Haare *f*.

Fig. 95. Eine ganz grosse Drüse von der Nase mit kleinem einmündendem Haarbalge, 50mal vergr. Die Buchstaben *a—f* wie in Fig. 94.

Cutis und sind bei kleineren Haaren stärker als bei grösseren; doch zeigen sich im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Was die Drüsen der stärkeren Haarbälge anbelangt, so sind dieselben meist einfach traubenförmig von 0,1—0,3''' mittlerer Grösse und zu 2—5 um die Bälge herumgestellt. Die kleinsten von 0,1—0,16''' finden sich je zu zweien an den Kopfhaaren, schon stärkere von 0,16—0,24''' an den Barthaaren und den längeren Haaren der Brust und Achselgrube, an denen sie meist zu mehreren um die Bälge herumliegen, die allergrössten am *Mons veneris*, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, allwo sie, wenigstens am letzten Orte, an der untern Grenze der *Cutis* sich befinden und je die 4—8 zusammengehörenden Drüsen die Gestalt von schönen, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$—1''' breiten Sternen haben. An den Bälgen kleiner starker Haare finde ich kleinere Talgdrüsen meist zu zweien von 0,06—0,24''', so an den Augenbrauen, den Augenwimpern und den Haaren des Naseneinganges. An den Wollhaaren zeigen sich meist grössere Drüsen oder Drüsenhäufchen von $\frac{1}{4}$—1''', am allerschönsten an der Nase, dem Ohre (*Concha*, *Fossa scaphoidea* etc.), dem *Penis* (vordere Hälfte), dem Warzenhofe, namentlich an ersterer, deren Drüsen oft eine mächtige Grösse und ganz absonderliche Formen annehmen (Fig. 95), die in krankhafte Bildungen übergehen; von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$''' Grösse sind die Drüsen meist auch an der *Caruncula lacrymalis*, an Lippen (behaarter Theil), Stirn, Brust und Bauch, etwas kleiner von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$''', doch immerhin meist grösser als an den Kopfhaaren, an den Augenlidern, den Wangen, dem Halse, dem Rücken und den Gliedern. Von den Drüsen, die nicht mit Haarbälgen zusammenhängen, sind nur die des rothen Lippenrandes und der *Labia minora* zum Theil von ansehnlicher Grösse (0,14—0,5''') und zierlich strahlenförmig von Gestalt, mit Oeffnungen von 0,033''', die andern sind meist einfach schlauchförmig und höchstens 0,12—0,16''' lang, 0,04—0,06''' breit. — Die Drüsenbläschen der Talgdrüsen sind entweder rund oder birn- und flaschenförmig, ja selbst langgestreckt wie Schläuche. Ihre Grösse wechselt ungemein von 0,06—0,16''' Länge, 0,02—0,1''' Breite und beträgt im Mittel 0,04''' bei den runden, 0,08''' Länge, 0,03''' Breite bei den anderen. Die Ausführungsgänge derselben sind ebenfalls von sehr verschiedenen Durchmessern, bald lang, bald kurz, weit oder eng; die Hauptausführungsgänge messen an Nase und *Labia minora* bis $\frac{1}{2}$''' Länge, $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{6}$''' Breite und haben ein 0,015—0,03''' dickes Epithel.



Die Talgdrüsen an der *Glans penis* und dem innern Blatte des *Praeputium* oder die *Tyson*'schen Drüsen sind sehr unbeständig und finden sich bald nur in höchst geringer Anzahl (2—10), bald in grosser Menge, selbst zu Hunderten. Dieselben sind gewöhnliche Talgdrüsen, die von denen anderer Gegenden nur dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht mit Haarbälgen

Fig. 96. Zwei Talgdrüsen, die grössere 1. von dem innern Blatte der Vorhaut, die kleinere 2. von der *Glans penis*, 50mal vergr. *a*. Drüsenepithel, sich fortsetzend in die *Malpighi*'sche Schicht der Haut *b*. *c*. Drüseninhalt mit einzelnen grösseren Fetttropfen. *g*. Hornschicht der Oberhaut, etwas in den Drüsengang sich hineinziehend.

in Verbindung stehen, sondern frei in der Haut sich öffnen. Man unterscheidet sie meist schon mit freiem Auge als kleine weissliche, nicht über die Haut hervorragende Punkte, und an mit Natron oder Essigsäure behandelten Hautlamellen lassen sich auch mikroskopisch ihre Eigenthümlichkeiten sehr leicht studiren. Es ergibt sich, dass dieselben theils einfach schlauchförmig, theils einfach traubenförmig sind. Die ersteren besitzen einen rundlichen oder birnförmigen Schlauch von 0,048—0,012‴ Durchmesser und einen geraden Ausführungsgang von 0,1‴ Länge und 0,024—0,035‴ Breite, die letzteren haben 2, 3, höchstens 5 Endbläschen und messen 0,08—0,18‴ im Ganzen; die Oeffnungen der beiderlei Drüsen von 0,02—0,06‴ sind nicht schwer zu sehen. Bezüglich auf den Sitz dieser Drüsen bemerke ich, dass ich dieselben, 10—50 und darüber an Zahl, an der Vorhaut (innerem Blatt), besonders in der Gegend des *Frenulum* und ihres vorderen Theiles nie vermisse, während sie an der *Glans* selbst und ihrem Halse bald vollkommen mangeln, bald, und dann meist in grösserer Zahl bis auf 100, besonders an ihrer vorderen Fläche vorkommen. An der Vorhaut sind die Drüsen vorzüglich traubige, hier mehr einfache. Der Inhalt derselben ist vollkommen wie bei andern Talgdrüsen, namentlich fetthaltige Zellen, worüber unten mehr.

Die Talgdrüsen der weiblichen äusseren Genitalien finden sich an der innern und äussern Seite der *Labia minora* meist in grosser Menge und sind zum Theil eben so gross wie die an den kleinen Härchen der Innenfläche der *Labia majora*, zum Theil kleiner. *Glans* und inneres Blatt des *Praeputium clitoridis* haben mir nie Talgdrüsen dargeboten, obschon Burkhardt von solchen an der *Corona clitoridis* spricht, wohl aber in einzelnen Fällen die Umgegend der Harnröhrenmündung und der Scheideneingang selbst. Die vor Kurzem erst von mir aufgefundenen Talgdrüsen des rothen Lippenrandes sitzen an dem Theile, der bei geschlossenen Lippen von aussen sichtbar ist und finden sich vor Allem an der Oberlippe, seltener an der Unterlippe. Auch dort sind dieselben, wenn auch in der Regel vorhanden, doch nicht beständig und auch an Zahl sehr wechselnd, so dass oft nur einige wenige Drüschen (meist am Mundwinkel), andere Male 50—100 solcher sich finden.

Den Talgdrüsen in allem Wesentlichen ganz gleich, nur grösser, sind die *Meibom*'schen Drüsen der Augenlider, von denen eine genaue Beschreibung beim Auge gegeben werden soll.

§. 79.

Der feinere Bau der Talgdrüsen ist folgender: Jede Drüse besitzt eine äussere zarte Hülle von Bindegewebe, die von dem Haarbalge oder bei freien Drüsen von der Lederhaut ausgeht, und im Innern Zellenmassen, die je nach den verschiedenen Gegenden der Drüsen verschieden sich verhalten. Geht man von dem Ausführungsgange einer derselben aus (siehe Fig. 98. *B*), so sieht man, dass, gerade wie die Bindegewebshülle des anstossenden Haarbalges, so auch ein Theil seiner äusseren Wurzelscheide (seltener auch die Hornschicht der Epidermis) in den Gang selbst übergeht und denselben mit einer mehr- (2—6)fachen Schicht von kernhaltigen, rundlichen oder vieleckigen Zellen auskleidet. Diese Zellenschicht nun setzt sich, nach und nach zarter werdend, in die entfernteren Drüsentheile fort und dringt endlich auch in die eigentlichen Drüsenbläschen ein (Fig. 97. *A*), um dieselben in einfacher, selten doppelter Lage auszukleiden. Nach innen von diesen Zellen, die durch eine grössere oder geringere Menge von Fettkörnchen von den höher gelegenen Epithelzellen sich unterscheiden, folgen in den Drüsenbläschen selbst unmittelbar andere (Fig. 97. *B a*), welche mehr Fett enthalten und diese gehen endlich in die innersten Zellen der Drüsenbläschen über, die, ohne Ausnahme grösser (von 0,016—0,028‴) als die mittleren und äussersten Zellen, rundlich oder länglich rund von Gestalt und mit farblosem Fette so erfüllt sind, dass man sie nicht unpassend Talgzellen nennen könnte (Fig. 97. *B*).

Ihr Fett erscheint entweder noch in Gestalt von getrennten Tröpfchen (*bb*), wie in den äusseren Zellen, oder, und zwar noch häufiger, unter der Form grösserer Tropfen (*c*), ja in manchen Zellen sind nur einige wenige derselben oder selbst nur ein einziger, die Zelle ganz erfüllender Tropfen vorhanden (*d*), so dass dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Fettzelle des *Panniculus adiposus* sich herausstellt. Verfolgt man diese innersten Zellen, die nur selten noch Kerne entdecken lassen, nach den Ausführungsgängen zu, so ist nichts leichter als die Wahrnehmung, dass ähnliche Zellen, ohne Unterbrechung eine an die andere gereiht, auch in diese, d. h. in den von ihrem Epithel umschlossenen Raum sich fortsetzen, dann, in den Haarbalg eingetreten, den Raum zwischen dem Haare und der Oberhaut des Haarbalges einnehmen (Fig. 98. *B* vom Fötus), und schliesslich nach aussen abgeschieden werden. Diese Zellen und nichts anderes bilden den Hauttalg, einen frisch und bei der Körperwärme halbflüssigen Stoff, der jedoch in Leichen fester, wie Butter oder weicher Käse, weisslich oder weissgelblich von Farbe, bald zäher, bald leichter zerreiblich erscheint. Seine Zellen kleben in der frischen Absonderung mehr oder weniger fest zusammen und sind daher meist abgeplattet und unregelmässig von Gestalt, ihre Hülle ist nicht zu erkennen und der Inhalt ganz gleichartig, durchscheinend mit einem gelblichen Schimmer. Setzt man aber verdünnte Alkalien zu, so quellen dieselben nach einiger Zeit zu schönen rundlichen oder länglichrunden Bläschen auf, in denen durch das eingedrungene Mittel das Fett in einzelne Tröpfchen von verschiedener Grösse und unregelmässige Häufchen sich sondert, zugleich wird der Hauttalg weiss wegen der entstehenden vielen kleinen Fetttheilchen und bilden sich grössere Fetttropfen wahrscheinlich in Folge der Auflösung mancher Zellen. Ausser den Talgzellen führt der Hauttalg auch noch freies Fett in grösserer oder geringerer Menge und vielleicht auch in einigen Fällen eine äusserst geringe Menge einer hellen Flüssigkeit.

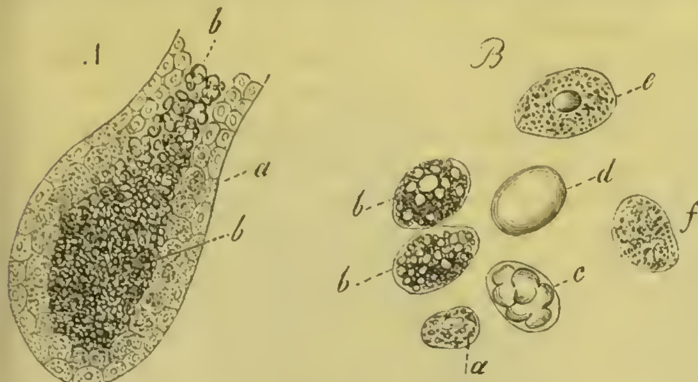


Fig. 97.

Von Nerven an den Talgdrüsen habe ich nichts bemerkt, ebenso wenig von Gefässen, die auf und zwischen ihren Läppchen selbst sich ausbreiten, dagegen finden sich allerdings um grössere Drüsen herum, am deutlichsten am *Penis* und *Scrotum*, so wie am Ohr, Gefässe feinerer Art und selbst Capillaren in Menge. Noch erinnere ich an die oben bei der Lederhaut beschriebenen glatten Muskeln in der Nähe der Talgdrüsen, deren Zusammenziehung für die Entleerung des Inhaltes derselben wohl kaum gleichgültig ist.

Fig. 97. *A*. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse, 250mal vergr. *a*. Epithel scharf begrenzt, aber ohne Bekleidung von einer *Membrana propria* und unmittelbar übergehend in die fetthaltigen Zellen *b* (die Umrisse derselben sind zu undeutlich angegeben) im Innern des Drüsenschlauches. *B*. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge, 350mal vergr. *a*. Kleinere fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; *b*. fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; *c*. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; *d*. Zelle mit Einem Fetttropfen; *e*. *f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Dem Bemerkten zufolge ist der Hauttalg eine Ausscheidung, die so zu sagen nur aus geformten Elementen, entweder fetthaltigen Zellen für sich allein oder solchen mit Fetttropfen gemengt, besteht. Diese Bestandtheile bilden sich in den bläschenförmigen Enden der Drüsen in Folge einer Zellenerzeugung, die, wie bei den Oberhautgebilden überhaupt, einzig und allein an die vorhandenen Zellen gebunden ist und ohne Mitwirkung einer freien Zellenbildung, von welcher hier ebenfalls keine Spur sich zeigt, geschieht. Durch Zellentheilung entstehen im Grunde der Drüsenbläschen beständig Zellen, die, anfangs blass und arm an Körnern, gleich den Epithelialzellen, denen sie ihren Ursprung verdanken, indem sie durch die fortwährend nach ihnen entstehenden Zellen nach dem Innern rücken, sehr bald mit mässig grossen, runden, dunklen Fettkörnchen ganz sich füllen. So treten sie nach den Ausführungsgängen zu, indem ihre Fetttropfen immer mehr zusammenfliessen und ihre Hüllen selbst etwas fester werden, und gestalten sich schliesslich zu den beschriebenen Talgzellen. Das freie Fett im Hauttalg bildet sich dadurch, dass in gewissen Fällen die Zellen schon im Innern der Drüsenbläschen sich auflösen, denn man trifft in der That in manchen Drüsen schon in den Endbläschen freies Fett in kleineren oder grösseren, oft recht grossen Tropfen (Fig. 96. 2); doch entsteht dasselbe vielleicht auch durch ein Aussickern aus geschlossenen Zellen, mit welcher Annahme der Umstand nicht übel stimmt, dass die fetthaltigen Zellen im ausgeschiedenen Hauttalg selten prall gefüllt, sondern meist verschiedentlich abgeplattet, auch wohl runzelig und mit nur noch wenigem Fett versehen erscheinen. — So aufgefasst erinnert die Bildung des Hauttalges in manchen Beziehungen an die der Oberhaut. Die jungen, leicht löslichen Zellen im Grunde der Drüsenbläschen können den *Malpighi'*schen Zellen der Epidermis und die weniger löslichen, mit Fett gefüllten der Ausscheidung selbst den Hornplättchen verglichen werden, was um so passender erscheint, wenn man bedenkt, 1) dass die tiefe Schicht der Oberhaut des Haarbalges ununterbrochen in die Drüsengänge und die äussersten Zellen der Endbläschen selbst sich fortsetzt und 2) dass auch die Epidermis an einigen Stellen durch fortdauernde Ablösung Ausscheidungen, ich meine das *Smegma praeputii penis et clitoridis*, und noch dazu allem Anscheine nach dem Hauttalge auch chemisch verwandte Stoffe bildet. Der letztere enthält nämlich zufolge einer mit dem Inhalte einer ausgedehnten Drüse angestellten Analyse von **Esenbeck** (*Gmelin's* Handbuch der Chemie, Bd. II.) vorzüglich Talg 24,2, Eiweiss und Käsestoff 24,2, Extracte 24 und phosphorsauren Kalk 20 %, welche Substanzen zum Theil wenigstens auch in dem *Smegma* vorkommen (s. Mikr. Anat. §. 20).

§. 80.

Entwickelung der Talgdrüsen. Die erste Bildung der Talgdrüsen fällt zwischen den vierten und fünften Monat und steht mit der Entwickelung der Haarbälge im innigsten Zusammenhange, in der Weise, dass dieselben zugleich mit der Entstehung der Haare oder kurze Zeit nach derselben als Auswüchse der Haarbälge auftreten, wesshalb sie auch nicht alle auf einmal, sondern diejenigen der Augenbrauen, der Stirn etc. zuerst, zuletzt die der Glieder erscheinen. Die genaueren Verhältnisse sind folgende: Wenn die Haarbalganlagen sich schon bedeutend entwickelt haben und die erste Andeutung der Haare in ihnen sichtbar ist (Fig. 85. *A, B*), sieht man an der äussern Fläche der Haarbälge kleine, nicht scharf begrenzte warzenförmige Auswüchse (*n n*) sich erheben, die aus einer mit der äussern Wurzelscheide unmittelbar zusammenhängenden Zellenmasse ohne innere Höhlung und einer zarten, mit der der Haarbälge sich fortsetzenden Hülle bestehen. Diese Auswüchse der äussern Wurzelscheide der Haarbälge, wie man sie passend nennen kann, anfänglich von 0,02—0,03''' Durchmesser und 0,01—0,016''' Dicke, nehmen nun entsprechend der Vergrösserung der Haarbälge ebenfalls zu, werden kugelförmig und endlich, indem sie sich noch mehr ausziehen und zugleich schief nach dem Grunde der Bälge zu neigen, birn- und flaschenför-

mig. Nun beginnt eine Fettbildung in den innern Zellen (Fig. 98. *A*), die, im Grunde der birnförmigen Auswüchse beginnend, auch auf den Stiel derselben

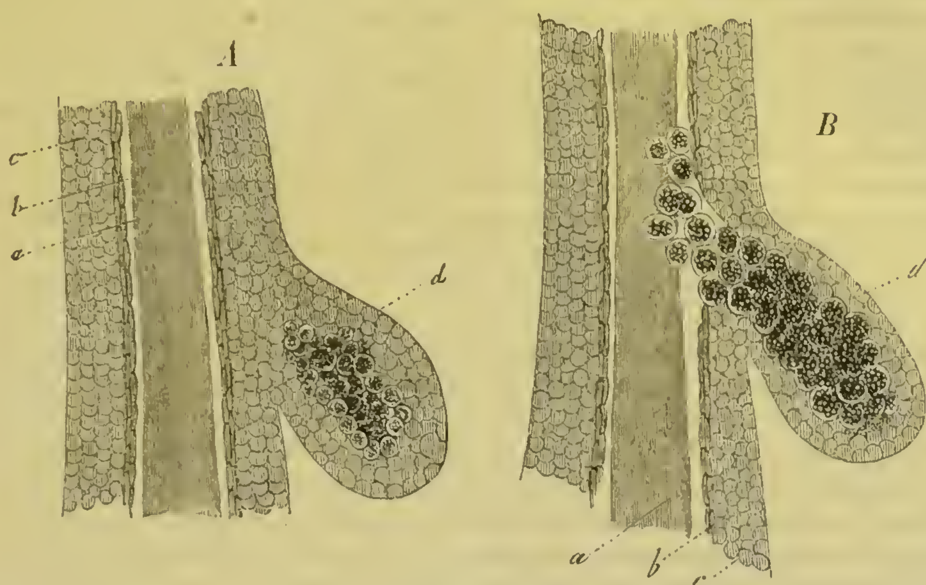


Fig. 98.

fortgeht und endlich auch die Zellen der äussern Wurzelscheide ergreift, bis am Ende die Fettzellen bis an den Gang des Haarbalges reichen (Fig. 98. *B*). Jetzt ist die Drüse und ihr Inhalt da und es braucht nun nur noch eine Vermehrung der Zellen im Grunde der Drüse oder dem Drüsenbläschen zu beginnen, um die im Drüsengange befindlichen Talgzellen in den Haarbalg einzutreiben und die Absonderung vollständig in Gang zu setzen. Mithin sind auch die Talgdrüsen wie die Schweissdrüsen anfänglich feste Auswüchse der *Malpighi*'schen Schicht der Haut, an denen erst nachträglich Oeffnungen nach aussen entstehen, und bildet sich der erste Hauttalg durch eine Umwandlung der innern Zellen der Drüsenanlagen, während der Raum, den diese Zellen einnehmen, zur Drüsenhöhle wird, die aber niemals frei erscheint, sondern beständig von nachrückenden wuchernden Zellen erfüllt wird.

Die geschilderte Entwickelung der Talgdrüsen geht ziemlich rasch vor sich. Im Allgemeinen lässt sich angeben, dass, so lange die Haare nicht durchgebrochen, die Drüsenanlagen warzenförmig sind, kaum mehr als 0,03‴ messen und meist noch ganz blasse Zellen enthalten. Sind die Haare heraus, so findet man grössere birnförmige Anlagen mit einem dickeren Ende von 0,024—0,05‴, zum Theil noch mit blassen, zum Theil mit fetthaltigen Zellen, und nun brechen dieselben auch bald in den Haarbalg durch. Im fünften Monate hat demnach an vielen Orten die Absonderung schon begonnen und im sechsten ist dieselbe überall im Gange. Zugleich ist aber zu bemerken, dass neben den anfänglichen Drüsen, die entweder zu einer oder zweien an einem Balge vorkommen, im sechsten Monate neue Anlagen hervorkommen, die meist tiefer sitzen und nach und nach in Verfolgung des oben angegebenen Ganges bald zu absondernden Drüsen sich gestalten. Die fetthaltigen Zellen der eben erst entstandenen Drüsen enthalten ohne Ausnahme viele Fettkörner, nie einen einzigen grossen Tropfen, auch Kerne kommen in den blassen Zellen, die sie umschliessen, vor.

Fig. 98. Zur Entwickelung der Talgdrüsen von einem 6monatlichen Fötus, ungefähr 250mal vergr. *a*. Haar, *b*. innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich, *c*. äussere Wurzelscheide, *d*. Talgdrüsenanlagen. *A*. Anlage der Drüsen flaschenförmig, mit Fettbildung in den mittleren Zellen. *B*. Anlage noch grösser, Fettbildung auch in ihrem Hals und Ausstossung der fetthaltigen Zellen in den Haarbalg, hiermit Drüsenhöhle und Absonderung gegeben.

Die weitere Entwickelung der Talgdrüsen beruht darauf, dass die anfangs einfach schlauchförmigen Drüsen durch Wucherung ihrer äusseren fettlosen Zellen feste Sprossen treiben, die sich nach und nach in eben der Weise wie die ersten Anlagen wieder zu Drüsenbläschen umwandeln. Durch wiederholte Sprossenbildung von den Drüsenbläschen erster und zweiter Ordnung aus bilden sich dann grössere Träubchen und aus diesen endlich die zusammengesetztesten, die nur vorkommen. Die Drüsensterne gehen sehr oft aus einer einzigen Drüsenanlage hervor, die mächtig wuchernd den Haarbalg von allen Seiten umfasst, andere Male aber auch aus zwei und noch mehr ursprünglichen Fortsätzen der äussern Wurzelscheide. Beim siebenmonatlichen Fötus sind noch die meisten Drüsen einfache gestielte Schläuche von 0,04—0,06‴ Länge und 0,02—0,03‴ Breite, die zu einem oder zweien an den Haarbälgen sitzen, nur am Ohre stehen vier bis fünf Drüsen der einfachsten Art um einen Balg herum, die Sterne von nicht mehr als 0,06‴ Durchmesser bilden, und an der Nase zeigen sich einfache Träubchen von höchstens 0,1‴. Beim Neugebornen finden sich an allen vorhin angegebenen Orten statt der einfachen Schläuche einfache Träubchen, je eines oder seltner zwei an einem Balge von 0,1—0,12‴ Länge und nur 0,04—0,06‴ Breite; nur an der Brust sind die Drüschen strahlenartig angeordnet, ebenso an Ohr, Schläfe, Nase, Brustwarze, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, wo dieselben 0,1‴, an den letzten vier Orten selbst bis 0,4‴ und darüber messen. Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass die meisten Drüsen auch noch nach der Geburt an Grösse zunehmen, was gewiss in derselben Weise vor sich geht, wie während der Fötalperiode, für welche Annahme auch bei Erwachsenen hie und da vorkommende blasse Drüsenläppchen ohne Höhlung sprechen. Gewisse Drüsen entstehen erst nach der Geburt, so z. B. die der *Labia minora*.

Die Talgdrüsen kommen auch an aussergewöhnlichen Stellen vor; so beobachtete sie *Kohlrausch* in einer Eierstockcyste und *v. Bärensprung* in einer subcutanen Balggeschwulst der Stirn, an beiden Orten in Verbindung mit Haarbälgen, woraus geschlossen werden darf, dass sie in haarhaltigen Cysten wohl öfter sich finden. In der That traf ich auch sehr schöne Talgdrüsen mit viel Hauttalg in den Wänden der oben erwähnten haarhaltigen Cyste in der Lunge. Eine Neubildung von Talgdrüsen in Narben will *v. Bärensprung* in seltenen Fällen nur erst nach Jahren gesehen haben. Wenn die Haare ausfallen, scheinen die Talgdrüsen zu schwinden, wenigstens habe ich mehrmals an kahlen Stellen dieselben vermisst. Vergrösserungen der Talgdrüsen finden sich nach *E. H. Weber* bei Hautkrebsen, nach *v. Bärensprung* beim *Akrothymion* oder den feuchten Warzen, beim *Naevus pilosus*. Auch die Comedonen oder Mitesser, zu denen ich auch den *Lichen pilaris*, wenigstens wie ihn *Simon* auffasst (l. c. p. 334), rechne, sind mit Hauttalg erfüllte, ausgedehnte Haarbälge und Talgdrüsen, die besonders da vorkommen, wo die Drüsen durch Grösse sich auszeichnen, so an der Nase, den Lippen, dem Kinn, Ohre, Warzenhofe und dem *Scrotum*. Sie entstehen entweder durch Verstopfung der Haarbalgmündungen, durch Unreinigkeiten oder durch Bildung eines zäheren, festeren Secretes, und enthalten neben einem oder mehreren Haaren, die aber auch fehlen können, fetthaltige Zellen, wie im regelrechten Hauttalge, Epidermiszellen von den Haarbälgen herrührend, freies Fett, manchmal Cholestearinkrystalle und die Haarbalgmilbe. Das Hirsekorn, *Milium*, kleine weissliche Knötchen an den Augenlidern, der Nasenwurzel, dem *Scrotum* und Ohre, bildet sich, wie *v. Bärensprung* mit Recht annimmt, ebenfalls aus den Talgdrüsen, und zwar dann, wenn dieselben für sich allein, nicht aber die Haarbälge sich ausdehnen, wodurch rundliche, die Haut hervortreibende Knötchen ohne Oeffnung entstehen, deren dem der Comedonen ähnlicher Inhalt sich manchmal noch durch die Haarbälge ausdrücken lässt. Endlich müssen, wie wohl von Niemand mehr bezweifelt wird, auch die Schmeerbälge, die in der Cutis selbst sitzen (*Atheroma*, *Steatoma*, *Meliceris* und auch das *Molluscum*) als ungemein vergrösserte Haarbälge mit Talgdrüsen angesehen werden, worüber das Nähere in den angeführten Werken nachzulesen ist. — Auch in Betreff eines kleinen Schmarotzers, der Haarsackmilbe, die in gesunden und erweiterten Haarbälgen und Talgdrüsen wohnt, verweise ich auf *G. Simon* (l. c. p. 287). Bei dem oben erwähnten Falle von *Ichthyosis congenita* fanden *H. Müller* und ich die Ausführungsgänge der Talgdrüsen in der Epidermis allerwärts erweitert von 0,03—0,06‴, mit sackartigen, oft zu mehreren hintereinander liegenden Ausbuchtungen von 0,04—0,12‴ und

ganz voll von Hauttalg. Hie und da war ein Härchen in einem solchen Gange drin, so dass derselbe dann zugleich als Haarbalg erschien.

Bei der Untersuchung der Talgdrüsen legt man dieselben entweder von innen her bloss und schneidet sie mit den betreffenden Haarbälgen von der Cutis ab, oder man macht nicht zu feine senkrechte Hautschnitte. Hat man den feineren Bau der Drüsen an denen des *Scrotum* und *Penis*, so wie der *Labia minora*, welche ohne alle Mühe einzeln für sich darzustellen sind, und daher am besten zur ersten Untersuchung sich eignen, erforscht, wobei namentlich auch Essigsäure, die die umliegenden Theile durchsichtig macht, sich sehr dienlich erweist, so kann man bei den übrigen, wenn es nur auf Form, Lage und Grösse ankommt, sich mit dem grössten Vortheile der kaustischen Alkalien bedienen, welche, während sie die Drüsen ihres Fettreichthums wegen wenig angreifen, alle sie verdeckenden Theile aufhellen. Will man nicht die Hülle, sondern die Zellen der Drüsen untersuchen, und zugleich ihre Form ganz übersehen, so ist nichts besser, als die Haut zu erweichen; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare mit ihren Wurzelscheiden und die Zellenmassen der Talgdrüsen, Epithel sammt Inhalt *in toto*, oft wunderschön heraus. Wo die Epidermis dünn ist *(Scrotum, Labia majora, Glans penis)*, erreicht man dasselbe durch Aufträufeln starker Essigsäure in kurzer Zeit, ebenso, jedoch mit grösserer Zerstörung der Drüsenzellen, durch Natron. Für die Erforschung der Entwickelung der Talgdrüsen ist die Erweichung der fötalen Haut und Aufhellung derselben durch Essigsäure von grossem Nutzen. Die fetthaltigen Zellen im Innern der Drüsen lassen sich durch Zerzupfen einer grösseren Drüse leicht darstellen, und was den ausgeschiedenen Inhalt betrifft, so ist derselbe ohne Zusatz, mit Wasser und mit Natron zu untersuchen.

Literatur. Man vergleiche die bei der Haut citirten Abhandlungen von *Gurlt* (p. 409), *Krause* (p. 126), *G. Simon* (p. 9), *Valentin* (p. 758), dann die allgemeinen Werke von *Henle* (p. 899), *Todd-Bowman* (p. 424, Fig. 92), *Hassall* (Pl. LIV, sollte LIII heissen [p. 401]), *Bruns* (p. 340), *Gerber* (p. 75, Figg. 40, 42, 43, 44, 45, 239), *Arnold* (II. Th.) und mir, die Abbildungen von *Ecker (Icon. phys. Tab. XVII)*, *Arnold (Icon. anatom. fasc. II. Tab. XI, Fig. 10)* und *Berres* (Tab. XXIV), ausserdem noch *G. Simon:* in *Müll.* Arch. 1844, p. 1. *Ercolani, Gland. cutanee degli anim. domestici, Torino* 1854; *L. Porta, dei tumori folliculari sebacei, Milano* 1856. *Kölliker* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI (Talgdrüsen der Lippen).

Vom Muskelsysteme.

§. 81.

Zum Muskelsysteme gehören alle quergestreiften Muskeln, welche sammt ihren Hülfsorganen, den Sehnen und Fascien, zur Bewegung des Skelettes, der eigentlichen Sinnesorgane und der Haut dienen. Dieselben bilden ein zwischen Haut und Knochen, und zwischen den Knochen selbst gelegenes System, dessen einzelne Theile so aneinanderliegen und durch gemeinschaftliche Hüllen vereint sind, dass sie füglich als ein Ganzes betrachtet werden können.

§. 82.

Das Element der quergestreiften Muskeln, die Muskelfaser, das Muskelprimitivbündel (s. §. 32), besteht zwar vorzugsweise aus verkürzungsfähigem Gewebe, lässt aber ausserdem auch viele Zellenkerne und eine

besondere Zwischensubstanz deutlich erkennen. Das erstere ist ein weicher, dehnbarer, sehr leicht quellender Stoff, der sowohl an frischen als und vor Allem an erweichten, gekochten, in Alkohol und Chromsäure aufbewahrten Muskeln in die Muskelfäserchen oder Primitivfibrillen, *Fila sive Fibrillae musculares* (Fig. 99) zerfällt, von denen es kaum zweifelhaft ist, dass sie das eigentliche Element der ausgebildeteren quergestreiften Muskelfasern sind. Diese Fibrillen erscheinen in der Regel quergestreift, d. h. sie zerfallen in regelmässiger Abwechselung in dunklere und hellere kleine Abschnitte, wodurch, da diese Abschnitte bei allen Fibrillen einer Muskelfaser ganz gleichmässig in denselben Querebenen liegen, das zierliche quergebänderte Ansehen derselben bewirkt wird, neben welchem hie und da auch noch eine feine gleichlaufende Längsstreifung sich zeigt, wogegen eine reine Längsstreifung seltener ist und nur in den Fällen auftritt, in denen die Fibrillen ganz gleichartig ohne Querlinien erscheinen.

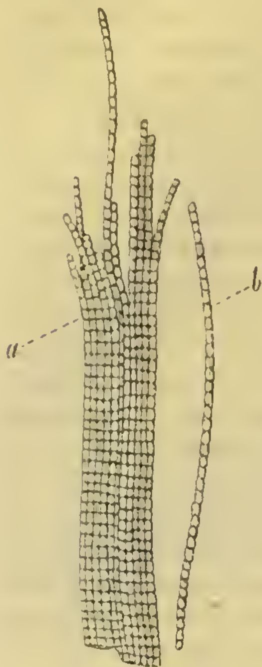


Fig. 99.

Eine nähere Untersuchung der Fibrillen und z. Th. auch der ganzen Muskelfasern ergibt folgende weitere Aufschlüsse. Die Querstreifen, wenn auch vielleicht bei ihrem ersten Auftreten mit der Zusammenziehung der Fasern in Zusammenhang, sind später insofern unabhängig von derselben, als sie auch an ganz todten Muskelfasern noch vollkommen ausgeprägt sich finden. Ihre Erscheinung ist bei einem und demselben Thiere an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten eine andere und dasselbe zeigt sich auch bei Vergleichung der Muskelfasern verschiedener Geschöpfe. Im Allgemeinen kann man sagen, dass bei höheren Geschöpfen die dunklen Abschnitte breiter sind als die hellen, so dass diese oft verschwindend klein (kurz) werden, während bei niedern Thieren (Krustern, Insecten) meist die hellen Glieder das Uebergewicht haben. Diesem zufolge erscheinen die Muskelfasern — da die dunklen Abschnitte diejenigen sind, die vor Allem in die Augen springen — dort mehr quergebändert und hier mehr quergestreift, und was die Fibrillen anlangt, so ist bei höheren Thieren der Ausdruck gegliedert der passendste, während bei andern die Bezeichnung querstreifig ausreicht und wenn man den Ausdruck gegliedert brauchen wollte, noch hinzuzusetzen ist, dass die einzelnen Glieder von den hellen Abschnitten gebildet werden, nicht wie dort von den dunklen. Von Wichtigkeit für die Deutung der dunklen Querstreifen oder Abschnitte ist nun, dass dieselben bei einem und demselben Thiere, ja an einer und derselben Faser verschieden breit (lang) erscheinen, womit dann auch eine verschiedene Entwickelung der hellen Abschnitte verbunden ist, in der Art, dass diese bei stärkern dunkeln Streifen wenig ausgeprägt erscheinen und umgekehrt. Ich glaube auch gesehen zu haben, dass die Zahl der dunklen Abschnitte an einer und derselben Faser nicht überall dieselbe ist und stellenweise das Doppelte von dem beträgt, was an andern Orten. Alles diess weist darauf hin, dass die hellen und

Fig. 99. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl *(Siredon pisciformis)*. *a*. Ein kleines Bündel von solchen, *b*. eine isolirte Fibrille, 600mal vergr.

dunklen Abschnitte (Querstreifen) nicht einer besonderen anatomischen Einrichtung ihren Ursprung verdanken, sondern nur der Ausdruck des jeweiligen Zustandes der Fibrillen mit Bezug auf die Dichtigkeit und die Zusammenziehungen sind, für welche Auffassung auch der Umstand spricht, dass die Stärke der dunklern und hellern Abschnitte in den verschiedenen Zuständen der natürlichen Zusammenziehung eine sehr verschiedene ist.

Muskelfasern und Fibrillen mit starken dunklen Abschnitten zerfallen unter Umständen (durch Erweichung in Wasser, die Einwirkung des Magensaftes etc.) noch weiter und zwar in der Art, dass die Fibrillen schliesslich immer zwischen zwei dunklen Streifen oder Abschnitten brechen und in kleine rundlich-eckige Stückchen zerfallen, welche von *Bowman* mit dem Namen primitive Fleischtheilchen *(primitive particles, sarcous elements)* bezeichnet und für die eigentlichen Elemente der Muskelfasern erklärt worden sind. Nach *Bowman* sind diese Fleischtheilchen in den Muskelfasern theils der Länge, theils der Quere nach verbunden. Lösen sich die seitlichen Verbindungen derselben, so zerfällt eine Faser in Fibrillen, im entgegengesetzten Falle zerlegt sich dieselbe in Scheiben *(Discs)*, welche Trennung, wie *Bowman* annimmt, wenn auch nicht so häufig, doch ebenso naturgemäss ist, und kann man die Muskelfasern nach ihm ebenso gut für Säulen von dünnen Scheiben, als für Bündel von Fibrillen halten. Zerfällt eine Muskelfaser ganz und gar in der Richtung der Quer- und Längsstreifen, so entstehen dann die schon erwähnten primitiven Fleischtheilchen. — Dieser Auffassung gegenüber, die mit gewissen Abweichungen von fast allen Neuern getheilt wird, muss ich, wie schon früher die *Sarcous elements*, für Kunsterzeugnisse erklären. Meiner Meinung zufolge sind die Fibrillen in ihrer ganzen Länge ursprünglich aus einer und derselben Substanz gebildet, an welcher jedoch im Zusammenhange mit den Zusammenziehungen dichtere (die dunklen Abschnitte) und weniger dichte Stellen sich ausbilden. So erwerben dieselben nach und nach eine gewisse, wenn auch nicht chemische oder physiologische, doch physikalische Verschiedenheit und hiervon, d. h. von der geringeren Dichtigkeit der hellen Abschnitte rührt es dann her, dass die Fibrillen und Fasern hier brechen und von Reagentien etwas mehr angegriffen werden als an den andern Stellen. Obschon ich daher die *Sarcous elements* und *Discs* vollkommen anerkenne, so kann ich doch nicht umhin zu behaupten, dass die Fibrillen in ihrer ganzen Länge aus einem chemisch und physiologisch gleichen Stoffe zusammengesetzt sind. — An Muskelfibrillen mit schmalen dunklen Abschnitten, wie denen der Thoraxmuskeln gewisser Insecten ist ein Zerfallen in Fleischtheilchen, die den dunklen Gliedern entsprechen, nicht zu sehen, vielmehr brechen dieselben hier sowie bei den Krustern in Stückchen, die den hellen Abschnitten oder dem sog. Längsbindemittel gleich sind, welcher Umstand ganz geeignet ist zu zeigen, dass das Zerfallen der

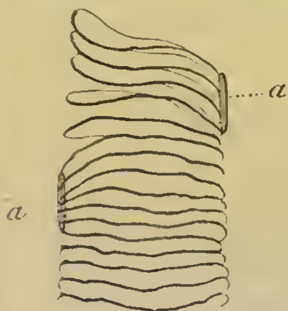


Fig. 100.

Fig. 100. Ein Stück einer aus dem Sarcolemma herausgetretenen Muskelfaser eines Kaninchens, durch Erweichung in Salzsäure von 1 pro mille in *Discs* zerfallen. *a.* Kerne. 350mal vergr.

Fibrillen in kleinste Theilchen mehr von gewissen minder wesentlichen Verhältnissen abhängig, als im eigentlichen Baue der Muskelfasern begründet ist.

Die Muskelfibrillen werden durch ein in äusserst geringer Menge vorhandenes Bindemittel zu den Muskelfasern vereint, so jedoch, dass da und dort zwischen den Fibrillen noch eine besondere Zwischensubstanz sich findet. Diese besteht so zu sagen einzig und allein aus den von mir sogenannten interstitiellen Körnern, sehr kleinen rundlichen und blassen Gebilden, die in grosser Zahl und in einfachen Reihen zwischen den Fibrillen oder kleineren Bündeln derselben liegen und sehr häufig in nicht ganz regelrecht gebildeten Muskelfasern mit Fett- oder gelblichen Pigmentkörnern gemengt vorkommen oder auch durch dieselben gänzlich vertreten sind.

An der Innenseite des Sarcolemma finden sich beständig Kerne in grosser Zahl, deren Nachweis namentlich durch Essigsäure und starke Lösungen kaustischer Alkalien leicht ist, aber auch an unveränderten Fasern keine Schwierigkeiten macht. Linsen- oder spindelförmig von Gestalt, mit einem oder zwei *Nucleolis* und von 0,003—0,005''' und mehr Länge stehen dieselben ohne Gesetzmässigkeit bald zu zweien oder mehreren in einer Höhe,

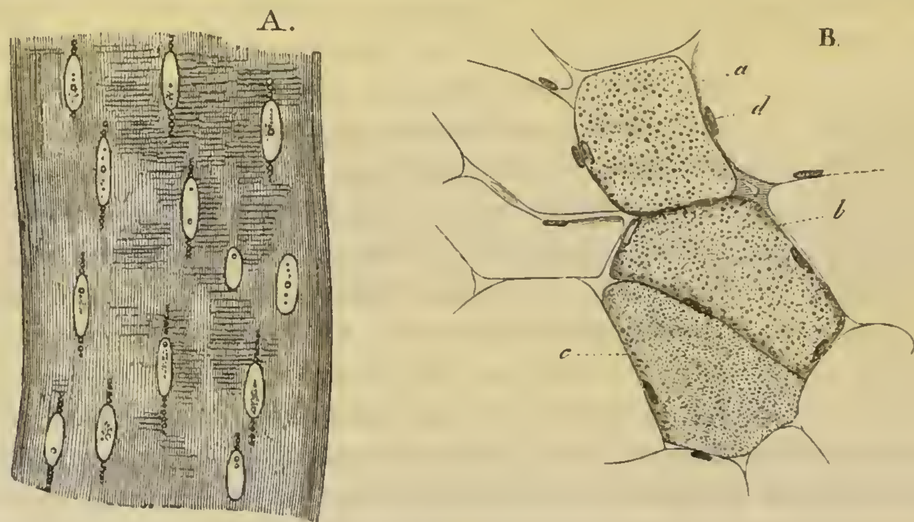


Fig. 101.

bald abwechselnd auf der einen und andern Seite oder reihenweise hintereinander über die Oberfläche des Fibrillenbündels zerstreut und sind die Stellen derselben nicht selten durch stärkere Ansammlungen der eben erwähnten Fettkörnchen ausgezeichnet.

Die Gestalt der Muskelfasern ist eine rundlich vieleckige. Ihre Stärke geht von 0,005—0,03''' und darüber; am Rumpfe und an den Gliedern sind dieselben ohne Ausnahme stärker als am Kopfe (von 0,016—0,030'''), wo namentlich die Antlitzmuskeln durch geringe Dicke (0,005—0,016''') ihrer Fasern sich auszeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in einem und demselben Muskel oft grosse Abweichungen sich finden. Nach Allem was man weiss, zeigen sich bei Männern und Weibern, schwächlichen und kräftigen

Fig. 101. *A.* Primitivbündel des Frosches mit $\bar{A}$ behandelt, um die Kerne zu zeigen. *B.* Querschnitt von einigen Muskelfasern des Menschen. Bei *a.* und *b.* entsprechen die Pünktchen den Reihen der interstitiellen Fettkörnchen, bei *c.* sind nur blasse feine Punkte sichtbar, die vielleicht von den Fibrillen herrühren, *d.* Kerne der Fasern, dicht am Sarcolemma, 350mal vergr.

Menschen in der Dicke der Muskelfasern keine durchgreifenden Verschiedenheiten, dagegen möchte es leicht sein, dass hier die eine Endzahl, dort die andere die vorwiegendere wäre. Die Dicke der Primitivfibrillen beträgt beim Menschen 0,0005''' im Mittel (nach *Harting* 0,0010—0,0017 Mm.) und die Zahl derselben in einem Bündel muss sich bei stärkeren solchen gegen 2000 belaufen, ist jedoch nicht genau bekannt. Die Abstände ihrer Querstreifen wechseln gewöhnlich zwischen 0,0004—0,001''' (nach *Harting* zwischen 0,002—0,0035 Mm).

Ueber die Zusammensetzung der Muskelfasern herrschen sehr verschiedene Ansichten. Was die Frage anlangt, ob die Fibrillen natürliche Elemente der Muskelfasern seien oder nicht, so will ich von vorn herein bemerken, dass dieselbe für die Physiologie von keinem grösseren Belange ist, indem es keinem Zweifel unterliegt, dass es Muskelfasern und zwar auch willkürliche gibt (Muskelfasern der Mollusken etc., glatte Faserzellen der Wirbelthiere), die keinen fibrillären Bau haben, woraus entnommen werden kann, dass auch ein gleichartiger zusammenziehungsfähiger Stoff wesentlich dasselbe zu leisten im Stande ist, was die quergestreiften Fasern der höheren Thiere. Nichts desto weniger ist der Gegenstand vom anatomischen Gesichtspunkte aus einer Besprechung werth, und will ich daher noch besonders hervorheben, dass meiner Ansicht nach kaum bezweifelt werden kann, dass die Fibrillen in den entwickelteren quergestreiften Muskelfasern wirklich vorgebildet und mit den *Discs* nicht in eine Linie zu stellen sind. — Das Zerfallen in Scheiben, auf das *Bowman* besonders sich stützt, könnte meiner Meinung nach nur dann von Belang sein, wenn dasselbe ebenso häufig, wie das in Fibrillen und auch an frischen Muskeln hie und da vorkäme, allein diess ist nicht der Fall, denn es ist an frischen Muskeln des Menschen und der höheren Geschöpfe kaum eine Andeutung von etwas der Art zu sehen und auch an erweichten Bündeln das Zerfallen in Scheiben eine äusserst seltene Erscheinung, während auf der andern Seite die Darstellung und das Hervortreten der Fibrillen für den nur etwas mit diesem Gegenstande Vertrauten fast in jedem Muskel zu erzielen ist. Allerdings kann man, wie *Lehmann* und *Funke* (s. Atl. d. phys. Chem. 1. Aufl. Tab. XV. Fig. 1) und *Harting*, neulich auch *Häckel* und *Rollett* (l. i. c.) gezeigt haben, und wie ich ebenfalls bestätigen kann, *Discs* sehr leicht und in Menge erhalten, wenn man die Muskelfasern in Salzsäure von $^1/_{500}$ — $^1/_{1000}$ eine Zeitlang erweicht (Essigsäure fand ich weniger zweckmässig), allein durch dieses Mittel wird die Muskelsubstanz so angegriffen, dass dasselbe keine Schlüsse auf den natürlichen Bau derselben gestattet und nicht daran zu denken ist, die Theilstücke, die man erhält; mit den Fibrillen zu vergleichen, die im Ganzen so leicht darzustellen sind. Für diese Ansicht, welcher zufolge die Fibrillen natürliche Elemente der Muskelfasern sind, und gegen *Bowman* lässt sich ausserdem noch die Beschaffenheit der Querschnitte der Muskelfasern und das Vorkommen einer besondern interstitiellen Substanz zwischen den Fibrillen anführen. Die interstitielle Substanz anlangend, so ist klar, dass wenn, wie ich gezeigt habe, in den Muskelfasern sehr vieler Thiere zwischen den Fibrillen besondere Körnerreihen in sehr grosser Zahl sich finden, von einem Zusammenhange der *Sarcous elements* der Quere nach durch das ganze Primitivbündel und von einer Gleichstellung der Spaltung in Fibrillen und in *Discs* nicht die Rede sein kann. Höchstens könnte man, da die interstitiellen Körner, nicht immer die einzelnen Fibrillen, sondern auch wohl kleine Bündelchen von solchen von einander scheiden, für diese die *Bowman*'sche Theorie aufrecht erhalten wollen, was jedoch sehr gesucht wäre. An Querschnitten von Muskelfasern von Säugern und Amphibien ferner sieht man mit guten Mikroskopen ganz bestimmt die Fibrillen als zarte blasse, äusserst dicht stehende Pünktchen zum Beweise, dass die Muskelfasern in der Querrichtung sicherlich nicht gleichartig sind. Diese Pünktchen deuten nun freilich einige als *Sarcous elements*, da jedoch die Annahme, dass solche Theilchen die eigentlichen Elemente der Muskelfasern seien, aus andern Gründen sehr unwahrscheinlich ist (siehe unten), so ist es schon erlaubt, auch die Bilder, die Muskelquerschnitte gewähren, zur Unterstützung der Annahme von dem natürlichen Vorkommen der Fibrillen zu verwerthen. — Mit allen andern Beobachtern im Widerspruch ist *Kühne*, der behauptet, dass die Muskelfasern frisch einen ganz flüssigen Inhalt besitzen; *Henle* hat denselben jedoch so schlagend widerlegt

Jahresb. von 1859), dass ich es für überflüssig halte, auf diese Frage einzugehn. Auf der andern Seite bezweifle auch ich nicht, dass die todtenstarre Muskelfaser einen andern Dichtigkeitszustand besitzt als die lebende, der auch durch die weissliche Farbe solcher Fasern sich ausspricht, und, wie *Kühne's* Versuche zu lehren scheinen, durch die Gerinnung einer eiweissartigen Flüssigkeit in denselben hervorgebracht wird.

Ist schon die Frage über das natürliche Vorkommen der Fibrillen keine leichte, so erheben sich noch viel grössere Schwierigkeiten, wenn man nach der feineren Beschaffenheit derselben forscht. Der bei weitem wichtigste Streitpunkt, der sich hier erhebt, ist der, ob die Fibrillen in ihrer ganzen Länge aus einem und demselben Stoffe oder aus zweierlei Theilen bestehen. Bis vor Kurzem war die verbreitetste Ansicht die, dass die Fibrillen keine ungleichartigen Theile mehr zeigen, sei es nun, dass man dieselben aus aneinandergereihten *Sarcous elements* bestehen liess, wie *Bowman*, oder als einfache Fäserchen mit dichteren und dünneren Stellen auffasste, wie ich Handb. 2. Aufl. p. 187). Offenbar hatte jedoch schon *Bowman* an eine Verbindungssubstanz der Fleischtheilchen gedacht, ohne jedoch in dieser Beziehung sich weiter auszusprechen. Sieht man von den weniger bestimmten Andeutungen ab, die sich bei *Sharpey*, *Carpenter*, *Hassall*, *Wilson*, später auch bei *Queckett* und *Donders* finden, so ist eigentlich *Dobie* der erste, der sich entschieden dahin ausspricht, dass die Fibrillen aus zweierlei Fleischtheilchen, hellen und dunklen, bestehen, doch gelangte dieser Forscher noch nicht dazu, die Unterschiede dieser Theilchen weiter zu verfolgen. Erst *Harting (Het Mikroskoop. IV.* 1854. *p.* 271, 273, 274. *Tab. III. Fig.* 33, 35) machte darauf aufmerksam, dass die Anwesenheit eines hellen Bindemittels zwischen den *Sarcous elements* auch auf chemischem Wege dargethan werden könne, indem Salzsäure, Magensaft und beginnende Fäulniss dieselben auflöse und so das Auftreten von *Bowman*'schen *Discs* bedinge, eine Beobachtung, die in der neuesten Zeit von *Häckel*, *Rollett* und *Munk* bestätigt und nach verschiedenen Seiten weiter verfolgt wurde. *Häckel* (*Müll.* Arch. 1857. p. 493) nimmt zwei verschiedene Bindemittel für die *Sarcous elements* an, die er wie *Bowman* als die eigentlichen Muskelelemente betrachtet. Das Längsbindemittel (*Dobie's* helle *Sarcous elements*), welches das andere an Umfang überwiege, sei in Salzsäure leicht, in Alkohol nicht und in Wasser erst nach längerer Erweichung löslich, während das spärliche Querbindemittel gerade umgekehrt in Wasser und in Alkohol löslich, in verdünnter Salzsäure unlöslich sei. Bei der Zusammenziehung der Muskelfasern denkt sich *Häckel*, werden die Fleischtheilchen alle gleichzeitig kürzer und dicker, während die wahrscheinlich elastische Längsbindemasse, dieser Bewegung folgend, zugleich breiter und niedriger werde. Ungefähr dieselbe Darstellung wie *Häckel* gibt auch *Rollett* (Sitzungsb. d. Wiener Akad. 1857), mit dem Unterschiede jedoch, dass derselbe kein Querbindemittel annimmt, und die Muskelfasern aus Fibrillen, und diese aus stärker brechenden Theilchen und einer hellen Verbindungssubstanz bestehen lässt. Ausserdem theilt derselbe nach *Brücke* auch noch mit, dass die eigentlichen Fleischtheilchen doppelt brechend, die hellen Zwischentheilchen einfach brechend seien, in welcher Beziehung jetzt auch die ausführlichen Mittheilungen von *Brücke* selbst vorliegen. *H. Munk* endlich stellt wie *Häckel* ein Quer- und Längsbindemittel für die Fleischtheilchen (Kügelchen, *Munk*) auf, betrachtet jedoch beide als übereinstimmend und aus derselben chemischen Substanz bestehend. Diese Bindemittel (Grundsubstanz, *M.*) sollen sich in kaltem Wasser lösen, in heissem gerinnen. Eine Lösung derselben bewirken ferner starke und sehr verdünnte (von 1 % an) Mineralsäuren und Chromsäure, Essigsäure, kaustische Alkalien, sehr verdünnte Neutralsalzlösungen, wogegen die *Sarcous elements*, abgesehen davon, dass sie in höchst verdünnten Säuren, sehr verdünntem Alkohol und eben solchen Neutralsalzlösungen etwas aufquellen und in concentrirten Salzlösungen etwas schrumpfen, von den angegebenen Reagentien auf keine Weise weder angegriffen noch verändert werden. Der neueste Verfasser *Reiser* schliesst sich im Wesentlichen an *Häckel* an und bezeichnet als Stoffe die das Längsbindemittel lösen, mithin *Discs* hervortreten lassen, verdünnte Salzsäure, Essigsäure, Phosphorsäure, Chlorbaryum, Chlorcalcium, Kali- und Natronlösung und kohlensaures Kali, als solche von entgegengesetzter Wirkung, die somit Fibrillen sichtbar machen, Chromsäure und doppeltchromsaures Kali, *Millon's* Reagens, Sublimat, Alkohol, Aether, Glycerin, Salpetersäure und salpetersaures Kali.

Wie man sieht, lohnt es sich auch mit Hinsicht auf die Physiologie wohl der Mühe,

den feineren Bau der Muskelfibrillen sorgfältig zu verfolgen und will ich daher noch etwas bestimmter als im §. selbst auseinander setzen, warum ich immer noch, und zwar gestützt auf eine Reihe erneuter Beobachtungen, an meiner bisherigen Ansicht festhalte, dass die *Sarcous elements* der Autoren nicht vorgebildete Theile der Fibrillen oder Muskelfasern sind. Meine Gründe sind folgende:

1) Die dunklen Querstreifen oder stark brechenden Stellen sind sowohl an lebenden als todten Muskeln in ihrer Grösse sehr veränderliche Bildungen. Wären diese Stellen von Theilchen gebildet, die eine bestimmte bleibende Grösse besitzen, wie die angenommenen *Sarcous elements*, so müssten dieselben an todten Muskelfasern immer dieselbe Stärke (Länge) zeigen. Nun bieten dieselben aber unter gleichen äussern Verhältnissen Schwankungen von einer solchen Grösse dar, dass meiner Meinung nach nicht daran zu denken ist, dieselben in der beliebten Weise zu erklären. Am überzeugendsten und schönsten zeigen sich diese Unterschiede bei Insecten und Krebsen, bei denen die dunklen Zonen in den einen Fällen als zarte, meist unter 0,0005‴ messende Querlinien erscheinen, während sie in andern bis zu 0,0015‴ betragen, ja selbst, wie ich bei *Gryllotalpa* sah, in einzelnen Fällen bis zu 0,003‴ ansteigen. Aber auch bei Wirbelthieren finden sich Unterschiede, nur stehen hier die Endzahlen um geringere Grössen von einander ab. Dasselbe wie an todten zeigt sich auch an lebenden noch reizbaren Muskelfasern, nur ist bei diesen die Verschiedenheit der dunklen Stellen vorzüglich von dem Grade der Verkürzung abhängig. Hat man Gelegenheit, Muskeln unter dem Mikroskope sich verkürzen zu sehen, so überzeugt man sich in günstigen Fällen mit Bestimmtheit, dass im verkürzten Muskel die dunklen Stellen breiter und näher, im schlaffen zarter und entfernter sind, was wenigstens gegen *Munk's* Annahme von Fleischtheilchen von stets gleichbleibender Grösse spricht.

2) Bei vielen Thieren, deren Muskelfasern quergestreift sind, kommen unter gewissen Verhältnissen Fasern und Fibrillen vor, an denen man auch mit den besten Vergrösserungen keine Abwechselung von dunklen und hellen Theilchen, m. a. W. keine Querstreifen sieht. Da diese Thatsache jedem Mikroskopiker bekannt sein wird, so will ich nur bemerken, dass Thoraxmuskeln von Insecten und leicht erweichte Muskeln von Krebsen am geeignetsten sind, um glatte Fibrillen zu zeigen. Dass diese Thatsache gegen das Vorgebildetsein von besondern und namentlich von zweierlei Fleischtheilchen spricht, leuchtet von selbst ein.

3) Die Zahl der dunklen Stellen ist an den Fibrillen eines und desselben Geschöpfes eine veränderliche. Schon in meiner Mikr. Anat. II. 1. Fig. 78. *b*, findet sich eine Fibrille einer Fliege abgebildet, die stellenweise stärkere und schwächere Querstreifen besitzt. Verfolgt man diese Fibrillen sorgfältiger, so zeigt sich bald, dass vielen derselben die schwächeren Streifen fehlen, während bei noch andern die sonst schwächeren Streifen ebenso stark ausgeprägt sind wie die andern, und zwar sind die letztern Fibrillen offenbar mehr zusammengezogen, die ersteren erschlafft. Ganz dasselbe fand ich auch an den durch Erweichen dargestellten Fibrillen des Krebses. Ferner sieht man an mit $\overline{A}$ behandelten Froschmuskelfasern oft zwischen den gewöhnlichen Querstreifen noch andere und zwar je einen in einem Zwischenraume entstehen. Auch wenn Natron zu Muskelfasern gesetzt wird, treten vor dem gewöhnlichen Erblassen und Auseinanderfliessen derselben oft so dichte und feine Querlinien auf, dass man mit Bestimmtheit sagen kann, dass dieselben vorher nicht in dieser Zahl vorhanden waren. Wenn ich nun auch den beiden letztgenannten Thatsachen nicht denselben Werth beimesse wie den ersten, so beweisen doch auch sie, dass das Auftreten der Querstreifen nicht mit Nothwendigkeit an einen bestimmten Bau der Muskelfasern gebunden ist.

4) Die darstellbaren Fleischtheilchen entsprechen bei den einen Thieren den dunklen Zonen der Fibrillen, bei andern den hellen Abschnitten derselben. Eine, wie ich sagen zu dürfen glaube, sorgfältige Untersuchung der Fibrillen des Flusskrebses hat mir das allerdings überraschende Ergebniss geliefert, dass bei diesem Thiere die Muskelfasern, wenn sie der langsamen Zersetzung überlassen werden, so auseinander fallen, dass schliesslich nur die hellen Stellen als isolirte Theilchen übrig bleiben. Da die Fig. 102 dieses Zerfallen hinreichend deutlich

wiedergibt, so will ich nur bemerken, dass, nach *Harting's* Abbildungen zu schliessen, ein ähnliches Zerfallen auch den Thoraxmuskeln der Insecten zukommt.

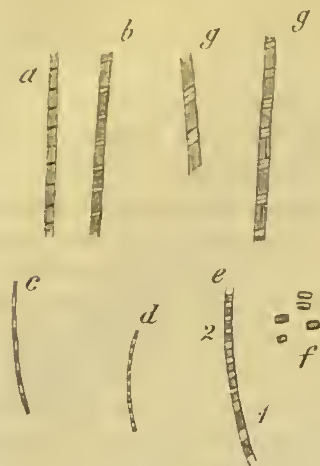


Fig. 102.

5) Endlich bemerke ich noch, dass ich den von allen neuern Forschern und am meisten von *Munk* betonten chemischen Unterschied der hellen und dunklen Glieder nicht zugeben kann. Nach meinen Erfahrungen verhalten sich die dunklen Glieder gegen Reagentien ebenso wie die hellen und rührt der von *Munk* behauptete ungemeine Widerstand der *Sarcous elements* gegen alle Reagentien von einer Verwechselung derselben mit den interstitiellen Körnern her, die dieser Autor gar nicht erwähnt und gar nicht zu kennen scheint. Ich gebe zu, dass die Mittel, die *Discs* erzeugen, wie z. B. verdünnte Salzsäure, die hellen Glieder rascher angreifen, man würde jedoch sehr irren, wollte man hieraus schliessen, dass diese Stoffe den *Discs* nichts anhaben. Man verfolge nur die Einwirkung derselben etwas länger und man wird bald finden, dass sie etwas später auch die *Discs* zerstören. Ebenso verhält es sich mit den kaustischen Alkalien, dem Erweichen etc. und findet sich somit nur ein meist kurzer Unterschied in der Zeit, der sich bei meiner Auffassung leicht erklärt, wenn man erwägt, dass nach derselben die dunklen Glieder dichtere Stellen der Fibrillen sind. Beim Krebse habe ich übrigens durch $\bar{A}$ auch *Discs* isolirt, die aus zwei hellen und einem dunklen Gliede bestanden.

Alle diese Thatsachen führen zur Annahme, der auch *Henle* und *Keferstein* beipflichten, dass die Fibrillen nicht aus besondern kleinsten Theilen von messbarer Grösse bestehen, sei es, dass man dieselben alle als gleichartig ansehe, wie *Bowman*, oder als von zweierlei Art, wie *Dobie* und die Neuern, sondern vielmehr in ihrer ganzen Länge aus einem und demselben Stoffe zusammengesetzt sind, in welchem unter bestimmten Verhältnissen dichtere und minder dichte Stellen sich bilden, eine Auffassung, die um so berechtigter erscheint, wenn man diese Frage von einem ganz allgemeinen Standpunkte ins Auge fasst und erwägt, dass bei einer sehr grossen Zahl von Muskelfasern (Faserzellen, Muskeln fast aller unter den Gliederthieren stehender Wirbellosen) und den andern verkürzungsfähigen Elementen (Samenfäden, Wimpern) von besonderen feineren Elementen nichts zu sehen ist. Die wichtigen Entdeckungen *Brücke's*, denen zufolge nur die dunklen Glieder der Muskelfasern doppeltbrechend sind, widersprechen, wie mir scheint, meiner Auffassung des Baues der Fibrillen nicht, indem auch ich an den Fibrillen Stellen von grösserer und geringerer Dichtigkeit annehme. — Sehr wichtig erscheint die von *Brücke* gemachte Beobachtung, dass jedes dunkle Glied einer Muskelfibrille oder jedes *Sarcous element* der Autoren eine ganze Gruppe kleiner doppeltbrechender Körper darstelle, für welche *Br.* den Namen Disdiaklasten vorschlägt, indem hierdurch neben den Aufschlüssen, welche die Erforschung der elektrischen Erscheinungen der Muskelfasern durch *Du Bois* schon gegeben hat, eine zweite neue Bahn zur Erkenntniss des feinsten Baues dieser Elemente sich eröffnet. — Nach meiner Auffassung des Baues der Muskelfasern würden übrigens auch die hellen Glieder der Fibrillen solche Disdiaklasten enthalten, jedoch in einer solchen Anordnung, dass sie nicht als Gruppen zur Anschauung kommen, in ähnlicher Weise, wie *Brücke* von den glatten Muskelfasern es annimmt.

Man glaubte früher allgemein, dass die Fibrillen auch an Querschnitten von Muskeln gesehen werden, bis vor Kurzem *Leydig* (l. i. c.) diess läugnete und die vermeint-

Fig. 102. Fäserchen, wie man sie bei der natürlichen Zersetzung der Muskelfasern des Flusskrebses erhält, von denen nur die feinsten wirkliche Fibrillen sind. *a.* Fäserchen mit schmalen dunklen Querstreifen, wie sie regelrecht an den Bündeln sich finden. *b.* Ebensolche, in der Gegend der Querstreifen hell geworden. *c. d.* Wirkliche Fibrillen, im Zerfallen in grössere und kleinere Theilchen begriffen, die nicht den früheren dunklen, sondern den hellen Gliedern entsprechen. *e.* Ein dito Fäserchen, bei 1 mit grösseren, bei 2 mit kleineren Abschnitten, alle den hellen Gliedern entsprechend. *f.* Die Theilchen, die endlich aus dem Zerfallen solcher hervorgehen. *g. g.* Fäserchen, bei denen die hell gewordenen dunklen Glieder in der Mitte noch eine dunkle Linie zeigen.

lichen Querschnitte von Fibrillen für kleine Hohlräume erklärte. Ich habe jedoch gezeigt, dass wenigstens bei Fröschen und bei den Thoraxmuskeln der Insecten (s. auch *Harting* IV. Tab. III. Fig. 32) die Querschnitte der Fibrillen wirklich zu sehen sind, womit auch *Welcker* für den Frosch übereinstimmt. Bei den andern Thieren ist die Sache zweifelhaft, indem man auf Querschnitten zwar nicht Lücken, wie *Leydig* meint, wohl aber die interstitiellen Körnchen erkennt und nicht leicht zu sagen ist, was auf Rechnung dieser oder der Fibrillen kömmt. Doch habe ich auch an isolirten *Discs* von Säugern an Flächenansichten die Fibrillen bestimmt gesehen.

Die längst bekannten, leicht zu sehenden und, wie ich schon vor Jahren mitgetheilt habe, auch leicht für sich darstellbaren Muskelkerne haben in der neuesten Zeit viel zu erdulden gehabt. Einer brachte glücklich das Kunststück zu Tage, sie nicht zu sehen oder, wenn man lieber will, an ihrer Stelle nichts als Hohlräume zu erblicken, während Andere (*Böttcher, C. O. Weber, Sczelkow*) umgekehrt sie zu sternförmigen Zellen (Bindegewebskörperchen) stempelten, welche letztere Behauptung ebensowenig eine Widerlegung verdient, wie die erste. — Von ganz anderem Werth ist die Behauptung *M. Schultze's*, dass die fraglichen Kerne immer von etwas *Protoplasma* umgeben seien und die Bedeutung von Zellen besitzen, in welcher Beziehung ich zu bemerken habe 1) dass die Umhüllung mit einem körnigen Stoffe sehr häufig fehlt und 2) dass, auch wenn dieselbe da wäre, hierin für mich doch kein Grund läge, die Kerne sammt ihrer Umhüllung für Zellen zu halten, in welcher Beziehung §. 6 nachzusehen ist.

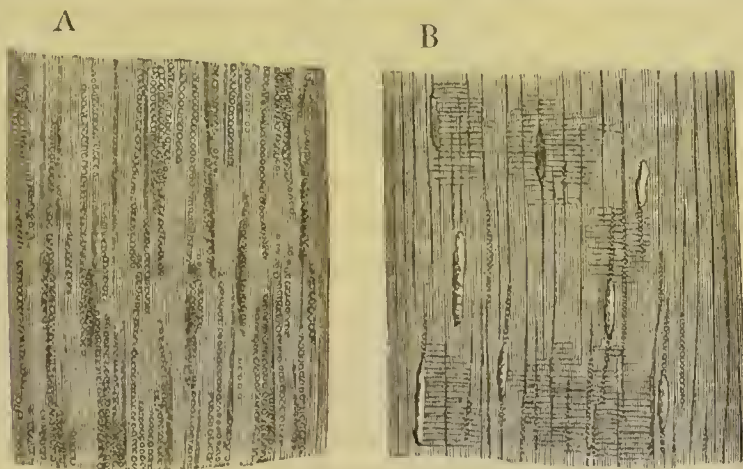


Fig. 103.

Die interstitiellen Körner der Muskelfasern finden sich schon bei *Henle* besonders vom Herzen erwähnt (Allgem. Anat. p. 580) und waren auch mir schon seit längerer Zeit vom Frosche und den Insecten bekannt (Mikr. Anat. II. 1. p. 204), doch wurde erst viel später von mir die grosse Verbreitung und das beständige Vorkommen dieser Körner bei vielen Thieren und auch beim Menschen nachgewiesen (Zeitschr. f. w. Zool. VIII). Es scheinen mir diese Körner alle Beachtung zu verdienen, namentlich auch desswegen, weil wahrscheinlich sie es sind, die in die längst bekannten Fettkörnchen der Muskelfasern sich umwandeln. Dieselben finden sich bei allen 4 Wirbelthierclassen und auch beim Menschen oft in ungeheurer Menge, wie namentlich im Herzfleisch und bei Amphibien, dann auch in den Thoraxmuskeln der Insecten und in den Muskeln des Krebses. Beim Frosche zeigen sie einen bedeutenden Widerstand gegen kaustische Alkalien und Essigsäure und erscheinen frisch oder nach Zusatz ersterer in ihren natürlichen Verhältnissen als blasse Körnchen fast von der Grösse der sog. *Sarcous elements*, wogegen sie nach Essigsäure, in Folge der Zusammendrückung durch die quellenden Fibrillen als feine, dunkleren elastischen Fäserchen ähnliche Streifen zum Vorschein kommen. Bei Insecten (*Musca*) sind dieselben nachweisbar Bläschen, die in Wasser schön aufquellen.

Die Kerne der Muskelfasern liegen bei manchen Geschöpfen (Amphibien, Fische) durch die ganzen Muskelfasern zerstreut, bei andern (Vögel z. Th., Säuger, Mensch) an der Oberfläche der Bündel, innen am *Sarcolemma*. Bei den Tauben und Hühnervögeln finden sich nach *Rollett* beide Verhältnisse und bei Amphibien sah ich auch Bündel, bei denen die Kerne einzig und allein in der Mitte derselben sich fanden.

Das *Sarcolemma* scheint nicht ganz gleichartig zu sein, wenigstens finde ich

Fig. 103. *A.* Muskelfaser des Frosches frisch in *Humor vitreus*, um die interstitiellen Körner zu zeigen. *B.* Eine solche getrocknet in Wasser aufgeweicht und mit stärkerer Essigsäure behandelt. Kerne geschrumpft, zackig, Reihen interstitieller Körper zusammengedrückt, wie elastische Fasern aussehend. 350mal vergr.

dasselbe bei einer neuerdings vorgenommenen Untersuchung bei *Siredon* (auch bei *Rana*, doch minder deutlich) von der Fläche äusserst fein und dicht punktirt und an Falten manchmal schwach streifig, doch wage ich nicht zu sagen, ob diese Bilder auf Oeffnungen zu beziehen sind oder nicht.

§. 83.

Gestalt und Länge der Muskelfasern. Man glaubte vor nicht langer Zeit allgemein, dass die Muskelfasern ebenso lang seien, als die gröberen Muskelbündel, mithin bei allen nicht gefiederten Muskeln ebenso lang als die ganzen Muskeln; jetzt weiss man durch die Entdeckung von *Rollett*, nach welcher zahlreiche spitze Enden von Fasern im Innern von Muskeln sich finden, dass dem nicht immer so ist. *E. H. Weber* und *Herzig* erweiterten diesen Fund durch den Nachweis, dass auch Muskelfasern mit beiderseits zugespitzten Enden vorkommen, welche Gestalt *Weber* selbst für die regelrechte hält. Durch die Untersuchungen von *Herzig* und *Biesiadecki*, denen ich eine Reihe eigener beifügen kann, ergibt sich nun Folgendes als gesetzmässiges Verhalten der Muskelfasern. In kleinen Muskeln (Seitenmuskeln der Fische, Gliedermuskeln der Fledermaus, Muskeln des Frosches) besitzen meinen Erfahrungen zufolge alle Muskelfasern die Länge des Gesammtmuskels und enden meist beiderseits abgerundet, in grösseren Muskeln dagegen sind die Fasern kürzer als der Gesammtmuskel und betragen nicht mehr als 3—4 Cm. (13—18‴) Länge (*Herzig*). Ob diese Zahl von 3—4 Cm. allgemeine Gültigkeit hat, in der Art, dass in allen Muskeln von geringerer Länge die Muskelfasern ebenso lang sind als der ganze Muskel, während diess bei solchen von grösserer Erstreckung nicht der Fall ist, muss freilich erst noch durch weitere zahlreiche Untersuchungen ermittelt werden, vorläufig darf dieselbe jedoch immerhin als Anhaltspunkt benutzt werden.

Ueber die Gestalt der Muskelfasern haben besonders die Untersuchungen der zwei letztgenannten Forscher Aufschluss gegeben. Nach diesen und meinen eigenen Erfahrungen kann es wohl als Regel bezeichnet werden, dass die Muskelfasern im Innern grösserer Muskeln spindelförmig sind, die an den Enden dagegen ein spitzes und ein in die Sehne übergehendes breites Ende besitzen, welches entweder abgerundet ist oder in einige stumpfe Spitzen ausläuft. Ausser den spindelförmigen Fasern kommen im Innern der Muskeln noch manche andere Formen vor, am gewöhnlichsten an dem einen oder an beiden Enden stumpfe Fasern. Ausserdem finden sich seltener Aeste und Theilungen in verschiedenen Graden, jedoch nie besonders ausgesprochen.

Die Annahme, dass in allen Muskeln höherer Thiere spindelförmige kürzere Muskelfasern vorkommen, die nach *Rollett's* und *Herzig's* Entdeckungen auftauchen zu wollen schien, ist keineswegs begründet, wie ich schon in der 3. Auflage dieses Werkes zeigte. Vor Kurzem habe ich nun alle grossen Muskeln des Frosches auf dieses Verhältniss untersucht und gefunden, dass bei diesem Thiere die Fasern — seltener vorkommende Entwickelungsstufen abgerechnet — durchweg so lang sind, wie die Muskelbündel, womit auch *Weismann* stimmt (*Henle's* Zeitschr. 3. R. X. S. 269).

§. 84.

Die Vereinigung der Muskelfasern geschieht am Stamme und den Extremitäten im Allgemeinen so, dass dieselben, indem sie einfach neben

und hinter einander sich legen, wobei die Enden immer zwischen andere Fasern sich einschieben, zu rundlich-eckigen Bündeln von der Länge der ganzen Muskeln sich verbinden. Diese sogenannten secundären Muskelbündel werden jedes von einer besondern bindegewebigen Hülle umschlossen und zu mehreren durch stärkere Hüllen zu tertiären Bündeln vereint, die dann schliesslich in grösserer oder geringerer Zahl zu den einzelnen Muskelbäuchen und Muskeln sich verbinden. Legen sich die Muskelbündel in der Fläche aneinander, so entstehen die hautartigen Muskeln, geschieht diess in der Dicke, die strangförmigen. Demnach sind die Muskeln Stränge von vielen grösseren und kleineren secundären und tertiären Bündeln, deren Scheiden oder das *Perimysium* ein zusammenhängendes Fächerwerk bilden, an welchem man den äusseren, den ganzen Muskel umgebenden Theil als *Perimysium externum* oder Muskelscheide, *Vagina muscularis*, im engern Sinne von den inneren, die stärkeren und schwächeren Bündel und die Muskelfasern selbst umschliessenden Elementen, dem *Perimysium internum*, unterscheidet. — Die Stärke der secundären Muskelbündel wechselt von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}'''$; die der tertiären und noch grösseren Bündel, die am deutlichsten an den Muskeln mit grober Faserung *(Glutaeus maximus, Deltoideus)* erscheinen, ist so wechselnd und zugleich die Zerfällung der Muskeln in diese entfernteren Bestandtheile so sehr der Willkür unterworfen, dass sich nichts Besonderes über dieselbe sagen lässt.



Fig. 104.

Die Muskelscheiden oder Bindegewebshüllen der Muskeln, das *Perimysium*, die den doppelten Zweck haben, die Gefässe und Nerven der Muskeln zu tragen und die Muskelfasern zu verbinden und in ihrer Thätigkeit zu unterstützen, sind, je nachdem sie grössere oder kleinere Stränge von Muskelbündeln umgeben, von verschiedener Dicke, immer jedoch zarte, mattweisse, nicht glänzende Hüllen, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen und feinen elastischen Fasern von höchstens 0,001''' bestehen, welche letztern besonders in dem *Perimysium externum* in grosser Zahl sich finden, so dass dasselbe mit Fug und Recht als eine zur Hälfte elastische Hülle betrachtet wird und hiernach auch in seinen Verrichtungen zu bemessen ist. In allen Muskeln, besonders in solchen mit lockerem Gefüge, kommen im *Perimysium* auch Fettzellen gewöhnlicher Art in einer gewissen Zahl vor und können dieselben bei fetten Leuten bis in die innersten Theile sich finden.

§. 85.

Verbindung der Muskeln mit anderen Theilen. Mit den beweglichen Gebilden, den Knochen, Knorpeln, den Gelenkcapseln, der Haut u. s. w.

Fig. 104. Querschnitt aus dem Kopfnicker des Menschen, 50mal vergr. *a. Perimysium externum. b. Perimysium internum. c.* Primitivbündel und secundäre Muskelbündel.

sind die Muskelfasern theils unmittelbar, theils durch Vermittelung von fibrösen Elementen, den Sehnen, Sehnenhäuten, gewissen Abschnitten der Muskelbinden und Bänder *(Ligg. interossea, Membr. obturatoria)* verbunden. — Die Muskeln, welche ganz oder an dem einen oder andern Ende ohne Vermittelung von Sehnen sich befestigen, bilden im Ganzen die geringere Zahl. Wo Muskelfasern unmittelbar von Knochen entspringen (*Obliqui, Iliacus, Psoas, Glutaei* etc.) und von Knorpeln herkommen *(Transversus abdominis, Diaphragma)* oder unmittelbar an solche sich ansetzen (*Serrati, Omohyoideus, Sternohyoideus*, Ohrmuskeln), gehen dieselben immer nur bis an das Periost oder Perichondrium und enden an diesen Häuten stumpf zugespitzt, ohne in deren Fasern sich fortzusetzen oder gar mit den Knochen und Knorpeln in unmittelbare Berührung zu kommen. Gehen Muskeln an die Haut, so liegen sie entweder ohne Zusammenhang mit derselben flach unter ihr oder strahlen mit grösseren oder kleineren Bündeln (Gesichtsmuskeln) in dieselbe aus, wobei sie wenigstens hie und da unmittelbar an die bindegewebigen Streifen derselben sich anzusetzen scheinen, ohne dass sich bisher der Zusammenhang beider genau verfolgen liess.

§. 86.

Die Sehnen, Flechsen, *Tendines*, sind glänzend, weiss oder ins Gelbliche spielend, fast ganz aus Bindegewebe gebildet und zerfallen mit Bezug auf ihre Gestalt in strangförmige, eigentliche Sehnen, und in hautartige, Aponeurosen (*Centrum tendineum, Galea*, Sehnen der Bauchmuskeln, *Latissimus, Cucullaris* etc.). Beide Formen sind, wie in ihrem äussern Verhalten nicht scharf von einander geschieden, so auch in ihrem Baue im Wesentlichen vollkommen gleich und bestehen aus Bindegewebe, das durch den parallelen Verlauf seiner Elemente, ihre feste Vereinigung und die Armuth an elastischen Fasern sich auszeichnet. Das genauere Verhalten der verschiedenen Theile zeigt am besten ein Querschnitt (Fig. 105), an dem man deutlich grössere und kleinere Bündel, ähnlich den secundären und tertiären Bündeln der Muskeln und auch ziemlich von derselben Grösse unterscheidet. Es ziehen nämlich durch das Sehnengewebe zarte Scheidewände eines mehr lockeren Bindegewebes, welche, indem sie alle miteinander zusammenhängen und ein zusammenhängendes System gleichlaufender

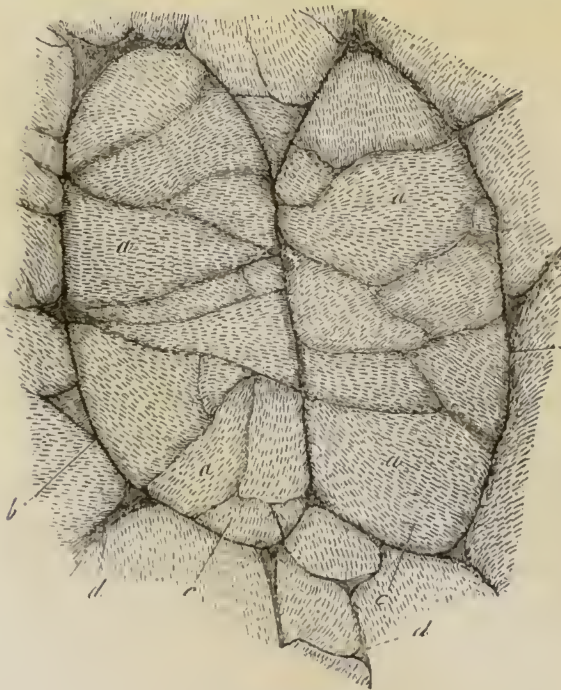


Fig. 105.

Fig. 105. Querschnitt einer Sehne des Kalbes, 20mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* tertiäre, *c.* Bindegewebskörperchen nicht ganz im Querschnitt, sondern als Strichelchen in den ersteren, *d.* interstitielles Bindegewebe.

oder unter spitzen Winkeln zusammenmündender Röhren bilden, die Sehnenfibrillen, in viele grössere oder kleinere Gruppen zerfallen. Ganz deutlich unterscheidet man kleinere (secundäre) Bündel von meist vieleckiger, auch wohl rundlicher, oder länglicher Gestalt und einem Durchmesser von 0,03—0,05‴ und grössere (tertiäre) Bündel mit vieleckiger Begrenzung von 0,1—0,5‴ und darüber Dicke, und etwas stärkeren Scheidewänden als Begrenzung; meist treten auch noch grössere Abschnitte aus vielen tertiären Bündeln zusammengesetzt hervor und bilden dann, in sehr verschiedener Zahl und Anordnung, fest vereint und noch durch eine gemeinsame Hülle von Bindegewebe verbunden, die Sehne selbst. Die Aponeurosen haben entweder dieselbe Zusammensetzung wie die eigentlichen Sehnen und bestehen aus einigen Schichten in der Fläche nebeneinanderliegender, gleichlaufender, secundärer Bündel, oder sie gleichen mehr den fibrösen Häuten und besitzen nach zwei oder mehr Richtungen sich kreuzende primäre und secundäre Bündel (Bauchmuskeln, Zwerchfell).

Der Bau der kleineren (secundären) Sehnenbündel ist ein ganz eigenthümlicher und von dem der entsprechenden Muskelbündel ganz verschiedener. Die Hauptmasse derselben besteht aus gewöhnlichem fibrillärem Bindegewebe, dessen am Querschnitte leicht deutliche Fibrillen alle der Länge nach verlaufen, ausserdem finden sich aber noch eine gewisse Zahl elastischer Fäserchen und Bindesubstanzzellen oder Bindegewebskörperchen. Die elastischen Fäserchen sind von der feinsten Art und nicht leicht zur Anschauung zu bringen, so dass sie an frischen Stücken gar nicht und auch nach Zusatz von Essigsäure nicht ganz vollkommen gesehen werden, und es eigentlich nur die Behandlung mit kaustischen Alkalien, namentlich in der Wärme ist, welche sie ganz zu verfolgen erlaubt. Man überzeugt sich alsdann, dass dieselben durch die ganzen secundären Bündel zusammenhängende lockere Netzwerke bilden, indem ihre Elemente der Länge und Quere nach zwischen den Fibrillen verlaufen, doch ist ihre Anordnung keine regelmässige und bedingt keine bestimmte Zerfällung der fibrillären Substanz in kleinere Abschnitte, wie man auch schon geglaubt hat.

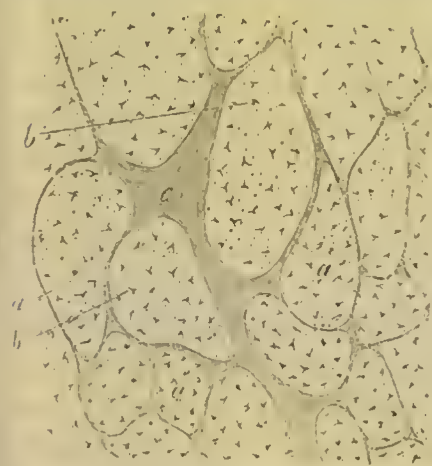


Fig. 106.

Ganz anders verhält es sich mit den Bindegewebskörperchen, welche in ziemlich regelmässigen Abständen von 0,02—0,03‴ und mehr durch das secundäre Bündel zerstreut sind. Nimmt man noch dazu, dass diese Gebilde nicht nur regelmässig zwischen den Fibrillen liegen, sondern auch mit ihren Ausläufern dieselben scheidenartig umhüllen, so ergibt sich, dass einiger Grund vorhanden ist, die fibrilläre Grundlage der secundären Sehnenbündel noch weiter in kleinste oder primäre Bündel zu zerfällen. Man wolle jedoch diese nicht als ringsherum scharf abgegrenzte Bildungen auffas-

Fig. 106. Sehne des *Tib. post.* des Menschen, 60mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* Bindegewebskörperchen und elastische Fäserchen, *c.* interstitielles Bindegewebe.

sen, indem die erwähnten sie umgehenden Scheiden an vielen Orten unvollkommen sind, und ferner berücksichtigen, dass sie in der Längsrichtung sehr häufig unter spitzen Winkeln sich verbinden und somit eigentlich ein langgezogenes Netzwerk bilden. — Die Bindegewebskörperchen selbst nun stellen ein durch die ganzen secundären Bündel zusammenhängendes Zellennetz dar. Die Zellenkörper sind besonders in der Längsrichtung der Sehnen verlängert und bilden in ihrer Vereinigung unregelmässige platte und zarte Bänder oder Streifen, die ebenfalls platte rundliche oder langgestreckte Kerne enthalten, und durch unregelmässige, meist haut- oder bandartige, seltener faserartige seitliche Fortsätze untereinander sich verbinden. Solcher Seitenausläufer gehen von den kernhaltigen Theilen des Zellennetzes an 2, 3—5 ab und erzeugen dieselben auf Querschnitten ein Bild, das deutlich einem Netze sternförmiger Zellen gleicht. Auf Längsschnitten erkennt man jedoch von diesem Netze nichts, sondern auf den ersten Blick nur die der Länge nach verlaufenden Züge der Zellenkörper, die bald wie schmale dunkle, stellenweise dickere Züge sich ausnehmen, die an elastische Fasern erinnern, bald das Bild zarter blasser Bänder gewähren. Es bedarf schon einer genaueren Untersuchung namentlich mit verdünnten Säuren behandelter und gekochter Sehnen, um zu sehen, dass von diesen Bändern auch viele zarte Nebenausläufer abgehen, was dann auch zur Erkenntniss des ganzen eigenthümlichen Zellennetzes und zur Ueberzeugung führt, dass die vermeintlichen Zellenausläufer des Querschnittes nichts als die Durchschnittsansichten der blattförmigen Fortsätze sind, welche benachbarte Zellenreihen untereinander verbinden. Diese Fortsätze sind übrigens häufig ganz zart und dicht querstreifig, und wohl schwerlich hohl, während den Zellenkörpern selbst ein Rest von Inhalt wohl kaum abzusprechen ist.

Die Scheidewände, die die secundären und tertiären Bündel umgeben, haben je nach ihrer Dicke einen etwas verschiedenen Bau. Dünne bestehen aus einer Lage von Bindegewebe, feinen elastischen querlaufenden Fasernetzen und einer verschiedenen Anzahl von Bindegewebskörperchen, welche mit denen im Innern der secundären Bündel zusammenhängen. Dickere Scheiden zeigen ganz den Bau secundärer Sehnenbündel, nur dass alle ihre Elemente quer verlaufen und die Zellen und elastischen Fasern viel mehr vorwiegen als in der eigentlichen Sehnensubstanz. Den nämlichen Bau, nur oft noch verwickelter, zeigt die Umhüllung der ganzen Sehne, doch zeigt diese Uebergänge zu mehr weichem lockerem Bindegewebe, welches auch stellenweise um Gefässe und Nerven auch weiter im Innern sich findet.

Ausser den genannten Theilen enthalten die Sehnen auch noch an gewissen Orten Knorpelzellen (siehe unten), ferner auch gewöhnliche Fettzellen, namentlich in mehr lockeren Sehnen, wie in den Sehnenstreifen der *Musculi intercostales*, des *Triangularis sterni*, *Masseter* etc.

Das quergebänderte Aussehen der Sehnen, das den Seidenglanz derselben bewirkt, rührt einfach von den wellenförmigen Biegungen ihrer Fibrillen her; dasselbe verschwindet, wenn dieselben stark ausgedehnt werden, und ist nur ein Ausdruck der ihnen innewohnenden Elasticität, welche im erschlafften Zustande ins Leben tritt.

Den langwierigen Besprechungen zwischen *Henle* und *Virchow* in Betreff des Verhaltens der zelligen Elemente der Sehnen glaube ich durch meine neueren Unter-

suchungen (Würzb. naturw. Zeitschr. II), auf die ich hiermit verweise, ein Ende gemacht zu haben. — Die beste Beschreibung des Baues der Sehnen, abgesehen von dem, was sich auf die Zellen bezieht, ist die von *Henle* (*Canstatt's* Jahresb. von 1851).

§. 87.

Verbindungen der Sehnen mit andern Theilen. Die Sehnen verbinden sich einerseits mit den Muskeln, andrerseits mit den verschiedenen von ihnen bewegten Theilen. Die erstere Vereinigung geschieht, wie schon das blosse Auge unterscheidet, in den einen Fällen so, dass Sehnen und Muskeln geradlinig ineinander übergehen, in den andern dadurch, dass die Muskelfasern unter spitzen Winkeln an die Ränder und Flächen von Sehnen und Aponeurosen anstossen, wie bei den gefiederten Muskeln. Die mikroskopischen Verhältnisse sind in diesen beiden Fällen auf den ersten Blick sehr verschieden. Im ersteren nämlich scheinen die Muskelbündel unmittelbar in Sehnenbündel überzugehen, in der Weise, dass keine scharfe Grenze zwischen den beiderlei Gebilden sich findet und das ganze Bündel von Muskelfibrillen in ein ungefähr gleichstarkes Bündel von Sehnenfäserchen sich fortsetzt (Fig. 107). — Im zweiten Falle dagegen findet sich eine scharfe Grenze zwischen Muskel und Sehne (Fig. 108) und enden die Muskelfasern wirklich abgerundet mit geschlossenem Sarcolemma. Das nämliche findet sich nun aber auch, wie die neuen Untersuchungen von *Biesiadecki* und *Herzig* lehren, bei scheinbar unmittelbarer Verlängerung von Muskelfasern in Sehnenbündel, und ist Glycerin ein vortreffliches Mittel, um die beiderlei Elementartheile zu trennen. Die Enden der Muskelfasern ergeben sich alsdann in allen Uebergängen zwischen dem abgerundeten bis zum leicht zugespitzten, ja häufig finden sich sogar mehrere verschieden lange



Fig. 107.

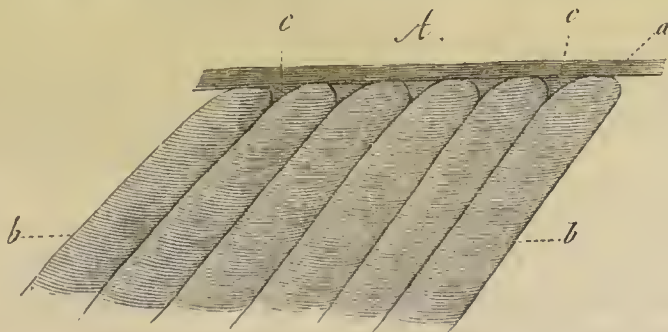


Fig. 108.

Endspitzen. Dass diese Angaben richtig, davon habe ich mich an mit starker Kalilösung behandelten Muskeln ebenfalls überzeugt, und stimme ich somit bei, dass es überall nur Eine Endigungsweise der Muskeln an Sehnen gibt.

Fig. 107. Ein Primitivbündel *a.* aus einem *Intercostalis internus* des Menschen in ein Sehnenfascikel *b.* unmittelbar und ohne scharfe Grenze übergehend, 350mal vergr.

Fig. 108. Verhalten der Muskelfasern bei schiefem Ansatz an Sehnen vom *Gastrocnemius* des Menschen, 250mal vergr. *a.* Ein Theil der Sehne im Längsschnitt, *b.* Muskelfasern mit leicht conischen oder abgestutzten Enden an die innere Fläche der Sehne in Grübchen befestigt, an deren Rand das *Perimysium internum c.* sich ansetzt.

Ueberall hängt übrigens das Bindegewebe der Sehne mit dem *Perimysium internum* des Muskels zusammen und werden so die Enden der Muskelfasern oft wie in Gruben des Sehnengewebes aufgenommen.

Ausser mit Muskeln verbinden sich die Sehnen auch noch mit Knochen, Knorpeln, fibrösen Häuten (*Sclerotica*, *Vagina nervi optici*, Sehnen, die in Fascien ausgehen), Bändern und Synovialhäuten (*Subcruralis* z. B.). Mit den erstgenannten Theilen geschieht die Vereinigung entweder mittelbar, unter Mithülfe des *Periosteum* und *Perichondrium*, in deren gleichartige Elemente die Sehnenfasern meist unmittelbar überzugehen oder sie zu verstärken scheinen, oder ohne Vermittlung. Im letztern Falle (*Tendo Achillis*, *Quadriceps*, *Pectoralis major*, *Deltoideus*, *Latissimus*, *Iliopsoas*, *Glutaei* etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von Periost, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen und Vertiefungen derselben genau an (Fig. 109).

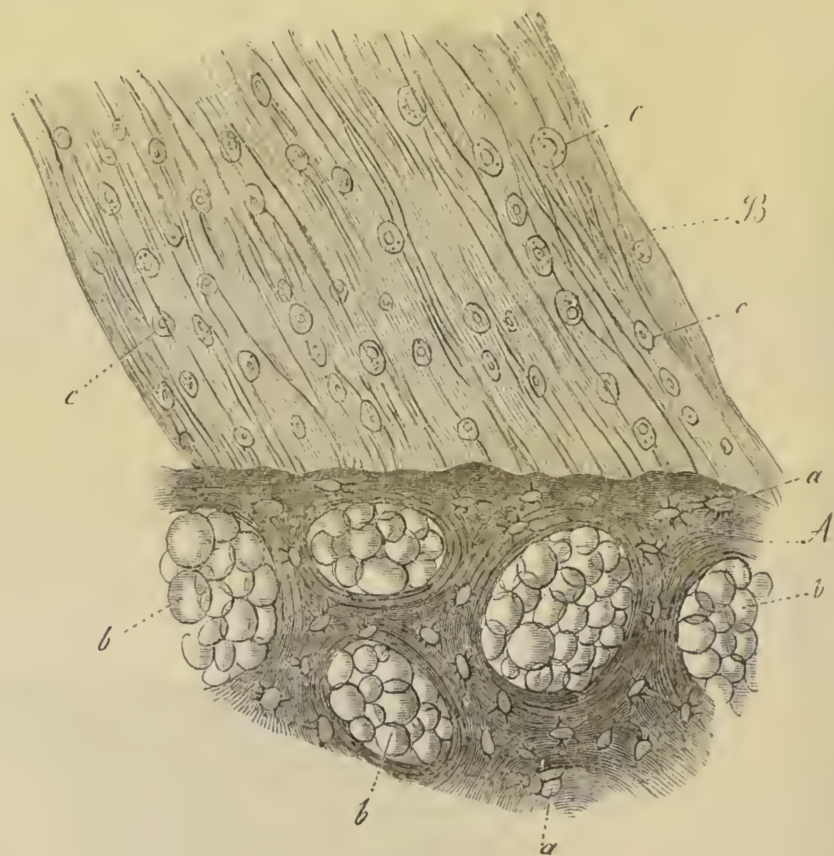


Fig. 109.

Häufig besitzen die Sehnen da, wo sie an Knochen grenzen, in einer gewissen Ausdehnung vereinzelte oder in kleinen Reihen beisammenliegende zierliche Knorpelzellen. Ausnahmsweise sah ich auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Körnchen ganz durchsetzt (incrustirt). In fibrösen Häuten verlieren sich die Sehnen ganz unmerklich (*Tensor fasciae*, *Biceps brachii*).

Gegenüber der von mir früher vertheidigten Annahme, dass die Muskelfasern in doppelter Weise mit den Sehnen sich verbinden, hat vor Kurzem *A. Fick* die Behauptung

Fig. 109. Ansatz der Achillessehne an das Fersenbein von einem 60jährigen Manne, 300mal vergr. *A.* Knochen mit Lacunen *a*, Markräume und Fettzellen *b*. *B.* Sehne mit Sehnenfibrillen und Knorpelzellen *c*.

aufgestellt, dass ein freies Ende von Muskelfasern an Sehnen gar nirgends sich finde, vielmehr überall die Muskelfasern unmittelbar in die Sehnenelemente sich fortsetzen. Dieser Behauptung, der auch *Frey* und *Margo* sich anschlossen, hielt ich in der vorigen Auflage neue unzweifelhafte Beobachtungen von freien Enden von Muskelfasern entgegen, doch glaubte ich damals allerdings nicht, dass das Blatt so bald sich wenden würde, wie es in der That geschah. Durch die Untersuchungen von *Biesiadecki* und *Herzig* mit Hülfe des Glycerins zeigte sich nämlich, dass auch in allen den Fällen, wo Muskelfasern unmittelbar in Sehnenfasern überzugehen scheinen, die ersteren für sich abgeschlossen enden, eine Beobachtung, die ich bei Prüfung der Muskeln verschiedener Thiere in starker Kalilösung ebenso wie *Weismann* (l. s. c. S. 275) immer und immer wieder zu bestätigen Gelegenheit fand, so dass ich nun ganz entschieden dahin mich ausspreche, dass Muskelfasern und Sehnen überall nur verkittet, nirgends in wirklichem Zusammenhange sind.

Ueber die Enden der Muskelfasern in der Haut und in Schleimhäuten siehe oben §. 32 und weiter unten bei der Zunge.

§. 88.

Hülfsorgane der Muskeln und Sehnen. *A.* Die Muskelbinden, *Fasciae*, sind fibröse Häute, welche einzelne Muskeln oder ganze Muskelgruppen sammt ihren Sehnen umhüllen und je nachdem sie die Bedeutung von Sehnen und Bändern oder von einfachen Muskelhüllen haben, auch einen verschiedenen Bau, nämlich einerseits den der Sehnen, andrerseits den der aus Bindegewebe und elastischen Fasern gemischten Häute besitzen. Im ersten Falle sind sie weiss und glänzend und ganz vom Bau der Sehnen und Aponeurosen: im zweiten enthalten sie häufig eine grössere Zahl von feineren elastischen Fasern in ihrem Bindegewebe und können selbst stellenweise ganz den Bau und das mattgelbe Ansehen der elastischen Häute (siehe Fig. 29) erreichen und reichliche elastische Netze der stärksten Art enthalten. Sehnig sind die Fascien fast überall da, wo ein derbes unnachgiebiges Gewebe vonnöthen ist, demnach 1) an ihren Ursprüngen von Knochen, 2) da wo Muskelfasern von ihnen herkommen und sie die Bedeutung von Aponeurosen haben, 3) wo Sehnen in sie ausstrahlen und sie selbst wie Endsehnen wirken, 4) wo sie mit verdickten Stellen Bänder vertreten. Mehr oder weniger elastisch zeigen sich dagegen die Muskelbinden, wo ihre Bedeutung die ist, eine zwar feste, aber die Muskeln bei ihren verschiedenen Formveränderungen nicht behindernde Hülle zu bilden, also vorzüglich in der Mitte der Glieder.

B. Bänder der Sehnen, *Ligg. tendinum.* Ausser gewissen, bandartig gebildeten Theilen von Fascien, welche, indem sie an Knochen sich ansetzen, Sehnen röhrenförmig umgeben oder sonst befestigen, kommen sogenannte Sehnenscheiden *(Ligg. vaginalia tendinum)* auch selbständig vor, wie z. B. an den Sehnen der Finger- und Zehenbeuger, wo dieselben aus vielen hintereinanderliegenden, die hier vorkommenden Schleimscheiden verstärkenden Bändchen bestehen. Andere hierher zu zählende Bänder sind das *Lig. carpi vol. proprium*, die *Trochlea* und die *Retinacula tendinum*, Haltbändchen der Sehnen.

C. Schleimbeutel und Schleimscheiden, *Bursae mucosae et Vaginae synoviales.* Wo Muskeln oder Sehnen an Hartgebilden (Knochen, Knorpeln) oder an andern Muskeln, Sehnen und Bändern bei ihren Bewegungen sich reiben, finden sich zwischen den betreffenden Gebilden mit

ein wenig zäher Flüssigkeit, die nach *Virchow* (Würzb. Verh. II. 281) nicht Schleim, sondern einen der colloiden Substanz sehr ähnlichen Körper enthält, erfüllte Räume, welche die Anatomen als von einer besondern Membran, einer Synovialhaut, ausgekleidet zu betrachten gewohnt sind. Diese soll geschlossene Säcke von rundlicher oder länglicher Form bilden, welche entweder einfach die einander zugewendeten Seiten von Knochen und Sehnen, Knochen und Muskeln u. s. w. bekleiden, Schleimbeutel, *Bursae mucosae*, oder in Gestalt von doppelten, jedoch zusammenhängenden Röhren, einmal die Oberfläche der Sehnen und zweitens diejenigen der Theile, zwischen denen dieselben sich bewegen, überziehen, Schleimscheiden, *Vaginae synoviales*. Das Wahre an der Sache ist das, dass nur die wenigsten dieser Räume von einer zusammenhängenden Haut überzogen sind, die meisten an vielen Stellen einer solchen entbehren. Die Schleimbeutel anlangend, so sind die der Muskeln (*Psoas, Iliacus, Deltoideus* etc.) noch am ehesten als zusammenhängende Säcke zu betrachten, die der Sehnen dagegen lassen nur stellenweise eine besondere Hülle erkennen und ermangeln gerade an den sich berührenden Stellen der aneinander hingleitenden Theile einer solchen fast ganz. Ebenso verhält es sich auch bei den Synovialscheiden, unter denen nur die gemeinschaftlichen der Finger- und Zehenbeuger noch einigermaassen ein Bild eines sogenannten serösen Sackes gewähren, obschon auch hier viele Stellen der Sehnenoberfläche frei von jeder häutigen Bekleidung sind. Demgemäss bedarf hier, wie an so vielen andern Orten, die alte Lehre von dem Vorkommen zusammenhängender seröser Säcke einer gründlichen Verbesserung. — In den meisten Synovialscheiden und in manchen Schleimbeuteln finden sich hie und da, namentlich an den *Retinacula*, kleinere oder grössere röthliche, fransenartige Fortsätze, die ganz an die der Gelenke erinnern und auch in der That nichts als Gefässfortsätze der Synovialhaut sind.

D. Faserknorpel und Sesambeine. Die Sehnen einiger Muskeln (*Tibialis posticus, Peronaeus longus*) enthalten da, wo sie in Sehnenscheiden verlaufen, derbere, knorpelartige Massen eingewebt, welche unter dem Namen Sesamknorpel, *Fibrocartilagines sesamoideae* bekannt sind, und wenn sie, wie es hie und da geschieht, verknöchern, zu Sesambeinen (*Ossa sesamoidea*) werden, wie sie an den Sehnen einiger Finger- und Zehenbeuger in die Sehnen eingeflochten und mit einer von Knorpel bekleideten Fläche nach einer Gelenkhöhle gerichtet vorkommen.

Ueber den feineren Bau der letztgenannten Theile ist nur Folgendes zu bemerken. Die ohne Ausnahme dünnwandigen Schleimbeutel bestehen, insofern sie eine besondere Haut besitzen, aus verschiedentlich sich kreuzenden, locker vereinigten, an manchen Orten netzförmig verbundenen Bündeln von Bindegewebe, mit feinen elastischen Fasern, während die Schleimscheiden, entsprechend ihrer doppelten Verrichtung hier als Schleimbeutel, dort mit Sehnenscheiden verbunden als Sehnenbänder, an ihren dünneren Stellen den Bau der *Bursae mucosae*, an ihren dickeren reines, derbes Bindegewebe besitzen. An ihrer innern Oberfläche sind beiderlei Säcke, sammt den in ihnen liegenden oder sie sonst begrenzenden Theilen, nur stellenweise von Epithelium überzogen, das aus einer, meist einfachen Lage kernhaltiger vieleckiger Zellen von 0,004—0,007''' besteht. Die eines Epithels entbehrenden Stellen sind: viele Theile der Schleimschei-

den und in ihnen liegenden Sehnen und gewisse Stellen der Schleimbeutel selbst, die durch matten Glanz und gelbliches Ansehen sich auszeichnen und besonders an den Orten sich finden, wo die Sehnen und sie umschliessenden Theile einem grössern Drucke ausgesetzt sind. Die gemeinschaftliche Scheide der Fingerbeuger besitzt überall Epithel; dasselbe gilt von den Schleimbeuteln, in denen nur gewisse schleifenartige, ausser der eigentlichen *Bursa* die Sehnen noch umhüllende Bänder keinen Zellenüberzug zeigen, wie hie und da beim *Subscapularis*, *Poplitaeus* u. a.

Alle diese nackten, eines Epitheliums entbehrenden Stellen besitzen ohne Ausnahme fast in ihrem ganzen Umfange die Natur von Faserknorpeln, indem dieselben zwischen ihrem an elastischen Fasern meist armen, derben Bindegewebe eine grössere oder geringere, oft sehr bedeutende Zahl von Knorpelzellen führen, unter denen runde, dunkelrandige, jedoch keineswegs dickwandige Zellen von 0,006 — 0,012‴, mit rundlichem Kerne von 0,003‴ und heller Flüssigkeit mit einigen kleinen dunklen Fettkörnchen oder ohne solche weitaus die häufigsten sind. Daneben kommen noch vor: längliche Zellen mit 1 oder 2 Kernen, runde, zartwandige Zellen mit 1, 2 — 20 dunkelrandigen, dickwandigeren Tochterzellen, die Mutterzellen bis auf 0,02 — 0,03‴ messend, endlich längliche Zellen mit geschichteten Ablagerungen, einen Kern oder kernhaltige Tochterzellen einschliessend. In den Sehnen finden sich fast ausschliesslich die einfacheren Formen und zwar sind hier die Zellen, obschon oftmals recht zahlreich, doch meist vereinzelt, oder höchstens in Reihen oder Gruppen von 2 — 6 zwischen dem Bindegewebe sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe enthalten; meist wechselt hier gewöhnliches Bindegewebe mit knorpelzellenführendem (Faserknorpel) ab, so dass die Sehne auf dem Querschnitte ein gesprenkeltes, weisses und gelbliches Ansehen zeigt, oder es ist auch nur die Oberfläche der Sehne knorpelhaltig, die tiefern Theile dagegen wie gewöhnlich beschaffen. Wo die eingelagerten Knorpelzellen recht zahlreich sind, finden sich die Sehnen verdickt, oder selbst wie mit besonderen faserknorpeligen Massen besetzt (*Peron. longus, Tib. posticus*). In den Schleimscheiden und den übrigen genannten Theilen liegen die Knorpelzellen nicht selten in dichteren Gruppen oder in längeren Reihen von 5—10 Zellen und darüber, in denen ohne Ausnahme die endständigen Zellen die kleinsten, die mittleren die grössten sind. Am *Os cuboideum* findet sich da, wo die Sehne des *Peronaeus longus* vorbeigeht, eine ⅓ — ½‴ mächtige Schicht ächten Knorpels, und dasselbe gilt für die *Incisura ischiadica minor*, den *Calcaneus* über der Insertion der Achillessehne und den *Hamulus pterygoideus*.

Die Gefässfortsätze der Sehnenscheiden und Schleimbeutel stimmen mit denen der Gelenke überein, nur dass sie meist kleiner sind.

§. 89.

Gefässe der Muskeln und ihrer Hülfsorgane. *A.* Blutgefässe. Die Verästelung der grossen Gefässe hat wenig Eigenthümliches. Schief oder quer treten die Stämme an die Muskeln und theilen sich, im *Perimysium internum* verlaufend, baumförmig unter spitzen oder stumpfen Winkeln, so dass alle Theile der Muskeln von ihnen versorgt werden. Die feinsten Arterien und

Venen verlaufen den Muskelfasern gewöhnlich gleich und bilden zwischen ihnen ein Capillarnetz, das so eigenthümlich ist, dass Jemand, der dasselbe einmal gesehen hat, es nie mehr verkennen kann. Dasselbe besitzt nämlich rechteckige Maschen, deren lange Seiten der Längsaxe der Muskeln gleichlaufen und besteht somit aus zweierlei Gefässchen, längsziehenden, die, wie namentlich Querschnitte eingespritzter Muskeln deutlich lehren, in den Furchen zwischen je zwei Muskelbündeln oder den unregelmässigen Räumen zwischen mehrern derselben liegen, und queren, die, verschiedentlich mit jenen sich vereinigend, die Muskelfasern umstricken. So liegt jedes einzelne Primitivbündel gewissermaassen in einem Flechtwerke von Capillaren und ist behufs einer allseitigen Durchtränkung mit Blut aufs Beste versehen. Die Capillaren der Muskeln gehören zu den feinsten des menschlichen Körpers und haben sehr oft einen geringeren Durchmesser, als die menschlichen Blutkörperchen. An einer *Hyrtl*'schen Einspritzung betragen dieselben 0,0025—0,003''', im *Pectoralis major* mit Blut gefüllt 0,002—0,003''', leer 0,0016—0,0020'''.

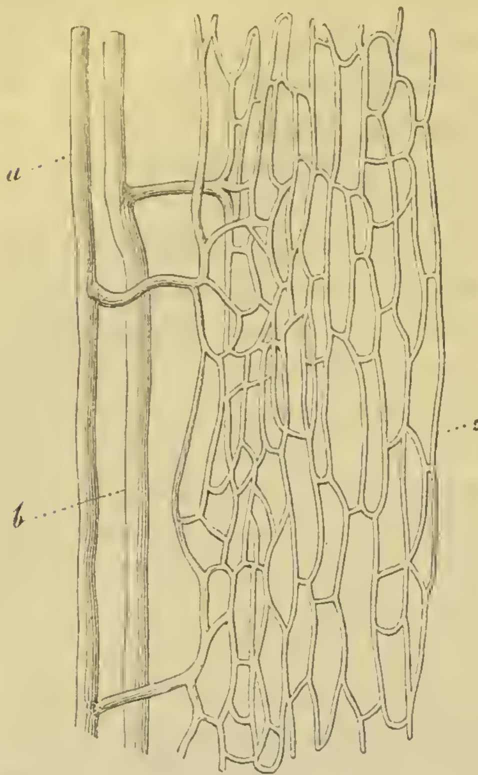


Fig. 110.

Die Sehnen gehören zu den an Blutgefässen ärmsten Theilen des Körpers. Kleinere Sehnen sind im Innern ohne alle Spur von Blutgefässen, besitzen dagegen äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche, weitmaschige Capillarnetze. Bei stärkeren Sehnen finden sich auch in den oberflächlichen Sehnenlagen einzelne Gefässchen und bei den stärksten lassen sich durch Mikroskop und Einspritzung spärliche Gefässnetze auch in tieferen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnentheile vollkommen gefässlos. — Wie die Sehnen verhalten sich auch die Bänder der Sehnen, nur dass in ihnen noch weniger Gefässe nachzuweisen sind. Vollkommen gefässlos sind auch die schwächeren Fascien, in stärkeren, wie der *Fascia lata*, kommen, abgesehen von dem gefässreichen lockeren Bindegewebe, das ihre Flächen deckt, eine gewisse Zahl von Blutgefässen vor, welche nach *Hyrtl* nicht von den Muskelarterien, sondern von den Hauptstämmen herkommen und in den Zwischenmuskelbändern zur Oberfläche sich begeben. Dagegen sind die Synovialhäute des Muskelsystems reich an Gefässen, vor Allem die Gefässfortsätze derselben, worüber jedoch, da diese Theile ganz mit den Synovialcapseln des Knochensystems übereinstimmen, hier nichts weiter bemerkt werden soll.

B. Die Lymphgefässe der Muskeln sind spärlich und zwar finde ich 1) in kleinen Muskeln wie im *Omohyoideus* und *Subcruralis* keine Lymphgefässe

Fig. 110. Capillargefässe der Muskeln, 250mal vergr. *a.* Arterie, *b.* Vene, *c.* Capillarnetz.

und 2) bei den grössten Muskeln nur bei gewissen einzelne solche von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}'''$ im Begleit der zu ihnen tretenden Gefässe. Da nun auch die tiefen oder Muskelgefässe der Extremitäten nur von spärlichen Lymphgefässen begleitet sind, von denen zum Theil sicher ist, dass sie nicht einmal von Muskeln kommen, so erscheint es als ganz gerechtfertigt anzunehmen, dass, wenn bei grösseren Muskeln wirklich einige Lymphgefässe vorkommen, dieselben doch nicht zwischen die secundären Bündel hineingehen, sondern nur in dem reicheren *Perimysium* zwischen den grösseren lockeren Abtheilungen derselben verlaufen. *Teichmann* gelang es nicht in Muskeln Lymphgefässe mit Bestimmtheit nachzuweisen (Saugadersystem S. 100). — In den Sehnen, Fascien und den Synovialhäuten des Muskelsystems hat noch Niemand Lymphgefässe gesehen.

Nach *Hyrtl* (Oester. Zeitschr. f. pr. Heilk. 1859 No. 8) hängen beim *Gastrocnemius* die Capillaren der Muskeln mit denen der Sehnen nicht zusammen, dagegen dringen einzelne grössere Aestchen der Muskelgefässe in die Sehne, um sich erst da in Capillaren aufzulösen, aus welchen überall doppelte die Arterien begleitende Venen entspringen.

§. 90.

Nerven der Muskeln. Die Verbreitung der Muskelnerven zeigt schon in Bezug auf die gröberen Verhältnisse manches Eigenthümliche insofern als sich für die meisten Muskeln nachweisen lässt, dass die Nerven nur an einigen wenigen beschränkten Orten mit ihren Fasern in Berührung kommen, und durchaus nicht der Gesammtlänge derselben entsprechend mit ihnen sich verbinden. In Betreff der letzten Endigung der Nerven finden sich in allen Muskeln Anastomosen der feineren Aeste, sogenannte Plexus. Diejenigen zwischen stärkeren Aesten sind vorzüglich und vor Allem da zu sehen, wo die gesammte Nervenverästelung in einem ganz kleinen Raume beisammen ist (siehe die Anmerkung), sonst spärlich oder selbst gar nicht vorhanden,

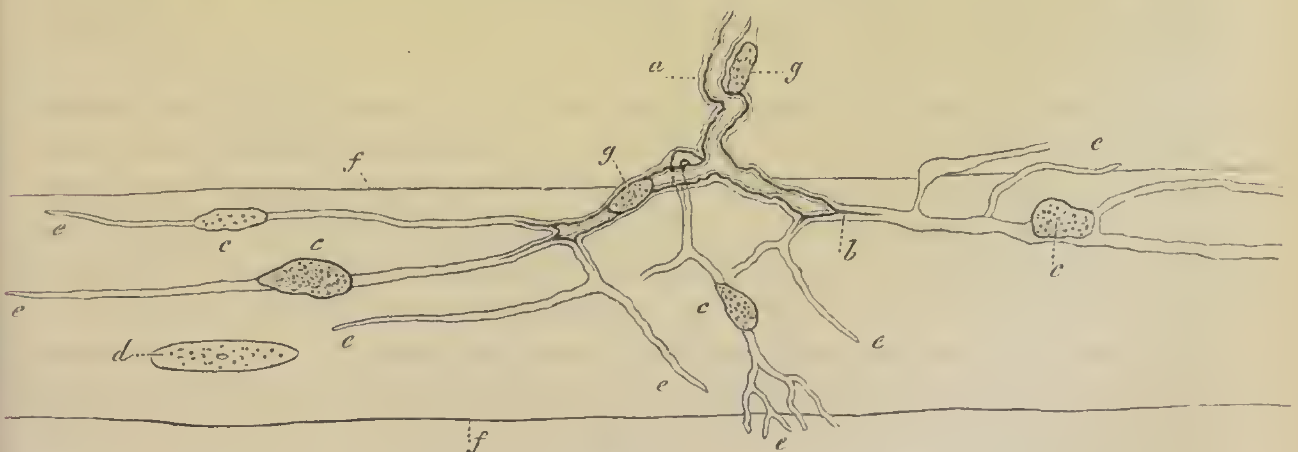


Fig. 111.

Fig. 111. Endverästelung einer dunkelrandigen Röhre aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches mit der Linse *à immersion* No. 10 von Hartnack und *Oc.* 1. *a.* Scheide der Nervenröhre bei *b* auf die blassen Endfasern übergehend. *b.* Fortsetzung des Nervenröhreninhaltes (vorzüglich des Axencylinders) in die blassen Endfasern. *c.* Kerne der blassen Endfasern. *d.* Ein Kern der Muskelfaser *ff*, auf welcher die Verästelung der Endfasern aufliegt. *e e e e* Enden der blassen Endfasern. An den übrigen Stellen wurde ein deutliches Ende der Fasern nicht gesehen. *g.* Kerne der dunkelrandigen Nervenröhren.

während die zwischen den feineren und feinsten Aestchen (Endplexus *Valentin*) überall sehr zahlreich sind und mit meist länglichrunden Maschen vorzüglich der Längsrichtung der Bündel gleich verlaufen. Diese Endplexus nun, die bald engere, bald weitere Maschen besitzen und vorzüglich zwischen den Zweigen eines Aestchens sich finden, welche nicht selten nur eine oder zwei Primitivfasern führen, zeigen zahlreiche Theilungen der sie bildenden Nervenröhren und führen dann zu den letzten Endigungen, welche allem Anscheine nach überall aus blassen kernhaltigen Fasern bestehen. Das genauere Verhalten dieser Fasern ist nur vom Frosche bekannt, bei welchem Geschöpfe nach meinen Untersuchungen die blassen Endfasern, die als Fortsetzung der Nervenscheide und der Axencylinder anzusehen sind, meist mit mehrfachen Theilungen aussen auf dem *Sarcolemma* frei enden.



Fig. 112.

Die in die Muskeln eintretenden Stämme bestehen vorzüglich aus dicken Nervenröhren, so dass auf 100 solche im Mittel ungefähr 12 feine kommen (*Volkmann*). Im Innern der Muskeln findet eine Verschmälerung derselben statt, so dass die Endplexus nur aus ganz feinen Fasern, von dem Durchmesser von 0,001—0,0025‴ bestehen, ja in einzelnen Fällen lässt sich die allmähliche Verschmälerung bestimmter Fasern selbst unmittelbar beobachten, was beweist, dass dieselbe wenigstens in diesen Fällen nicht durch Theilung zu Stande kommt. Mit dieser Aenderung im Durchmesser nehmen die Nervenröhren ganz das Ansehen der sogenannten sympathischen an und werden schliesslich blass, einfach begrenzt und zu Anschwellungen geneigt. Die blassen Endfasern messen beim Frosche von 0,0005—0,001‴, in manchen Fällen aber auch bis zu 0,002‴.

Gefässnerven kommen in allen Muskeln vor im Begleite der Gefässbündel, und zwar je nach der Stärke derselben stärkere oder feinere Aestchen. Dieselben halten nur von den feinsten Fasern und folgen immer den grösseren noch deutlich als Arterien und Venen zu erkennenden Gefässen. Ihre Endigungen habe ich bei Säugethieren und beim Menschen nicht gesehen, und weiss ich nur, dass sie an Capillaren nie und sehr oft auch an den kleinsten Venen und Arterien nicht mehr vorkommen. Hie und da sieht man einzelne oder einige Fasern aus den Endplexus der Muskelnerven zu ihnen treten, was damit ganz gut im Einklange steht, dass die Gefässnerven vieler Theile (Extremitäten z. B.) nachweisbar von den Rückenmarksnerven abstammen. Beim Frosche finde ich an vielen der kleinsten Arterien und Venen, jedoch lange nicht an allen, blasse kernhaltige Nervenfäden von wesentlich derselben Beschaffenheit wie die Enden der Muskelnerven. — Alle Muskeln

Fig. 112. Theilungen der Nervenprimitivfasern in Muskeln, 350mal vergr. *A.* Eine doppelte Theilung aus dem *Omohyoideus* des Menschen, *a.* Neurilem. *B.* Theilungen aus einem Gesichtsmuskel des Kaninchens mit drei scheinbar spitz auslaufenden Aestchen.

scheinen ferner auch sensible Nervenfasern zu führen und habe ich sowohl bei Säugern (Maus) als beim Frosche gefunden, dass die Enden derselben weithin sich erstreckende feine blasse kernhaltige Fasern sind, die beim Frosche schliesslich frei auslaufen.

Von den Sehnen sah ich neulich bei Fledermäusen, auch an kleineren, wenigstens oberflächlich, ziemlich zahlreiche feine Nervenverzweigungen. Bei grösseren, wie der Achillessehne und Sehne des *Quadriceps*, dem *Centrum tendineum* (*Luschka*), dringen beim Menschen Nerven mit den Gefässen auch in das Innere ein. An Fascien, Sehnenscheiden und den Synovialcapseln des Muskelsystems sind bis jetzt keine Nerven nachgewiesen.

Die Verästelung der Nerven in den Muskeln ist nach verschiedenen Seiten noch nicht so bekannt als es wünschbar wäre. In Betreff der gröberen Verhältnisse geht aus meinen Untersuchungen hervor, dass in manchen kleinen Muskeln des Menschen die Ausstrahlung der Nerven eine ganz beschränkte ist, so dass z. B. im obern Bauche des *Omohyoideus* des Menschen, bei einer Länge desselben von 3″, die Stelle wo die meisten Nerven sich ausbreiten nicht länger ist als 5—8‴, während in den übrigen Gegenden, hier an beiden Enden, nur spärliche kleine Zweigelchen verlaufen. In anderen und besonders in grösseren Muskeln verbreiten sich dagegen die Nerven über grössere Strecken. Diess scheint damit zusammenzuhängen, dass längere Muskeln aus vielen kürzeren Muskelfasern bestehen, von denen jede ihre Nerven erhält. Es möchte nämlich wohl mit Sicherheit angenommen werden dürfen, dass jede Muskelfaser wenigstens an Einer Stelle mit Nervenendigungen in Verbindung ist. Sehr oft scheint übrigens eine Muskelfaser auch an mehr als an Einer Stelle mit Nervenendigungen in Berührung zu sein, in welcher Beziehung jedoch für einmal noch kein bestimmtes Gesetz sich hat ermitteln lassen. Wohl scheint aus einigen Beobachtungen hervorzugehen, dass bei den warmblütigen Thieren die Berührungspunkte der Nerven und Muskeln zahlreicher sind als bei den nackten Amphibien und Fischen, und dass bei den ersteren wiederum gewisse Muskeln reichlicher versorgt sind als andere (Zungenmuskeln, Augenmuskeln, *Diaphragma*); doch hüte man sich wohl diese Sätze als hinlänglich festgestellt zu betrachten. Es sind noch bei keinem Muskel irgend eines Thieres die Zahlen der Muskelfasern und der Nervenendigungen genau bestimmt und so lange als diess nicht geschehen ist, sind über diese Fragen nur Vermuthungen möglich, deren Grundlagen zum Theil sehr unsicher sind. So will ich besonders noch darauf aufmerksam machen, dass ein scheinbarer Reichthum an Nerven auch dadurch erzeugt werden kann, dass die Nervenfasern auf längere Strecken die Muskelfasern begleiten und umspinnen, bevor sie ihr Ende erreichen, wie diess in der That bei Fischen der Fall zu sein scheint. — Eine andere Bemerkung, die ich nicht unterdrücken mag, ist die, dass bei den glatten Muskeln wohl kaum jede Faserzelle mit Nerven in Berührung ist, was, wenn dem so wäre, die Möglichkeit eröffnen würde, dass auch bei den vielkernigen Muskelfasern die Beziehung zu den Nerven vielleicht nicht überall so innige sind, als wir jetzt zu glauben scheinen.

In Betreff der allerletzten Endigungen der Nerven in den Muskeln, so fördert fast jedes Jahr etwas Neues zu Tage und doch sind wir noch nicht am Ende. Die von *Valentin* und *Emmert* im Jahre 1836 beschriebenen Endschlingen in Muskeln sind allgemein verlassen, dagegen sind die von *J. Müller* und *Brücke* in den Augenmuskeln des Hechtes zuerst gesehenen Theilungen der Primitivfasern (*J. Müller*, Phys. 4. Aufl. Bd. 1. S. 528) allgemein bestätigt und hat sich besonders *R. Wagner* durch seine schönen Untersuchungen der Froschmuskeln um die Feststellung dieses Verhältnisses Verdienste erworben. Diese Theilungen, die von mir auch beim Menschen nachgewiesen wurden, sind meist Zwei- und Dreitheilungen, doch sah *Wagner* beim Frosche einmal 8 Aestchen aus Einem Punkte entspringen. Ueber die Menge dieser Theilungen macht man sich nicht leicht eine richtige Vorstellung, doch besitzen wir für einen Muskel des Frosches, den Hautmuskel der Brust (*Abdomino-guttural*, *Dugès*) genauere Angaben. Hier fand *Reichert*, dass der Nervenstamm für diesen 160—180 Muskelfasern zählenden Muskel 7—10 Primitivfasern besitzt, welche durch fortgesetzte Theilungen schliesslich 290—340 Endigungen bilden. Nimmt man nun noch dazu, dass,

wie unten gezeigt werden soll, die von *Reichert* gezählten dunkelrandigen Endigungen noch nicht die letzten sind, dass vielmehr jede dunkelrandige Faser noch in viele

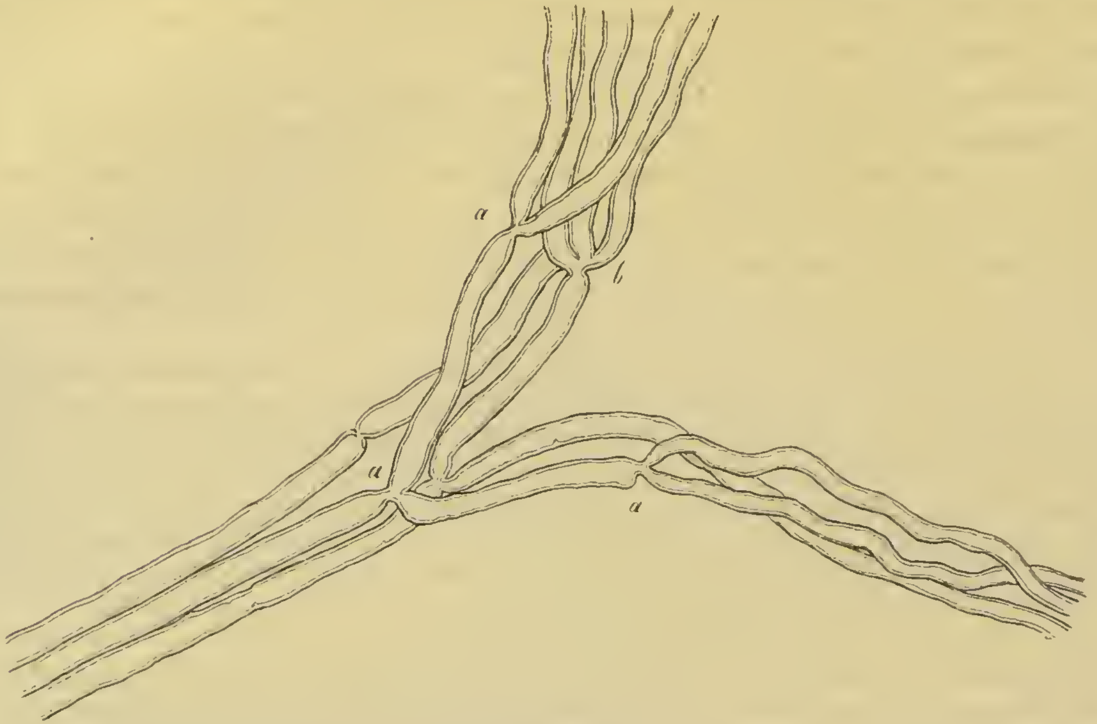


Fig. 113.

(3—5—10 und noch mehr) blasse Endfasern ausgeht, so überzeugt man sich, dass hier Einrichtungen von einem Reichthume vorliegen, von denen man früher auch nicht die geringste Ahnung hatte. Die Endigungen selbst anlangend, so hatte, nachdem einmal die Schlingen beseitigt waren, gestützt auf Beobachtungen an Wirbellosen von *Doyère*, *Quatrefages*, mir, *Leydig* u. A. und beim Frosche von *R. Wagner* und *Reichert* in den letzten Jahren die Annahme allgemeine Geltung gefunden, dass die Nervenfasern der Muskeln mit freien Ausläufern enden. Bei Wirbellosen hatte man solche Nervenfasern verbreitert an den Muskelfasern ansitzend gesehen, beim Frosche beschreiben *Wagner* und *Reichert* die letzten Enden als blass, fein-, aber immer noch dunkelrandig und lässt der Erstere dieselben in die Muskelfasern eindringen, obschon es ihm nirgends gelang, ihre Fortsetzung im Innern der Muskelelemente zu sehen. In der neuesten Zeit sind nun aber eine Reihe Beobachtungen veröffentlicht worden, welche lehren, dass auch in diesem Gebiete der Abschluss noch nicht gefunden ist, um so weniger, da auch die Errungenschaften der letzten Jahre nichts weniger als miteinander übereinstimmen, indem *Schaafhausen* und *Beale* einerseits die Nervenfasern der Muskeln in ausserhalb der Muskelfasern gelegene Netze kernhaltiger blasser Fasern ausgehen lassen, während anderseits *Kühne* an denselben ganz eigenthümliche Endorgane sammt freien blassen Enden im Innern der Muskelfasern selbst beschreibt. Da an diese Frage die wichtigsten physiologischen Folgerungen sich knüpfen, so will ich im Folgenden die einzelnen Angaben so ausführlich darlegen und prüfen, als es an diesem Orte möglich ist.

Wie in den meisten Fällen, wo scheinbar ganz neue Beobachtungen auftauchen, schon Vorgänger zu finden sind, so auch hier, und erinnere ich daher zuerst an ältere Angaben von *Remak*, *Axmann* und *Hassall*. *Remak* hat schon vor längerer Zeit, ohne weitere Belege oder Abbildungen zu bringen, kurz erklärt, dass die Muskelnerven mit Netzwerken auf der Innenfläche des Sarcolemm's enden. *Axmann* ferner bildete im Jahre 1853 (Beitr. z. Anat. d. Ganglien-Nervensyst. S. 60. Fig. 22) die Nervenenden in dem Unterhautmuskel des Rückens des Maulwurfes zahlreich verästelt und mit den Aesten netzförmig verbunden ab, und hatte Derselbe offenbar blasse Nervenfasern im Auge, obschon diess aus der Abbildung nicht gerade ganz sicher hervorgeht. *Hassall*

Fig. 113. Nervenfasertheilungen in einem kleinen Aestchen aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, 350mal vergr. *a*. Zweitheilungen, *b*. Dreitheilung.

endlich erwähnt in seiner mikroskopischen Anatomie auf St. 345, dass die Muskelnerven ein wirkliches freies Ende besitzen, indem die Fasern derselben in länglichen ganglienartigen Organen enden, die zwischen den Muskelfasern ihre Lage haben. Die Fig. 4 der Taf. XLI, auf die sich *Hassall* bezieht, zeigt jedoch nichts Bestimmteres, so dass sich unmöglich entscheiden lässt, was *Hassall* eigentlich gesehen hat.

Zu den neuern Untersuchungen übergehend erwähne ich zuerst, dass *Schaafhausen* auf der Naturforscherversammlung in Bonn im Jahre 1859 (Amtl. Ber. St. 193) als Endigung der Muskelnerven ein durch Carmin darstellbares, sehr feines, aus wiederholten Verästelungen der Nervenröhren entstehendes Netz schildert, welches die Muskelbündel umspinne, doch fehlen leider in Betreff dieser Wahrnehmung alle genaueren Angaben, so dass sich ebenfalls nicht sagen lässt, was *Schaafhausen* vor sich hatte. Ausführlicher und bestimmter sind die Mittheilungen von *L. Beale* (*Phil. Trans.* 1860. *P. II. p.* 611). Nach ihm enden die Muskelnerven mit einem Netzwerke platter blasser Fasern, welches von aussen die Muskelfasern umgibt und durch das Vorkommen einer grossen Zahl länglichrunder Kerne sich auszeichnet. Ueber die Breite der Fasern dieses Endnetzes ist nichts angegeben, doch sind dieselben, nach den Abbildungen zu urtheilen, bei der Maus ebenso breit oder breiter als die Capillaren. Das Physiologische anlangend, so schreibt *Beale* den Kernen des Netzes die wichtige Verrichtung zu, die Einwirkung der Nerven auf die Muskeln zu übertragen, ausserdem sollen dieselben auch durch Längs- und Quertheilung sich vermehren und so bei dem Wachsthume der Nerven eine Rolle spielen. Der neueste Schriftsteller *W. Kühne* endlich hat soeben in einer besonderen Schrift (Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig, *W. Engelmann*, 1862.) ganz neue auffallende Angaben über die letzten Ausläufer der motorischen Nerven vorgebracht, welche auf Untersuchungen beim Frosche sich stützen. Nach Demselben gehen die Nervenprimitivfasern dunkelrandig bis an die Muskelfasern, dringen dann in das Innere derselben ein, werden blass und enden theils mit freien zugespitzten Ausläufern, theils mit besonderen eigenthümlich gebauten Endorganen (Nervenendknospen *K.*). Die genaueren Verhältnisse anlangend, so soll die *Schwann*'sche Nervenscheide an der Eintrittsstelle der Nervenröhre in die Muskelfaser mit dem *Sarcolemma* verschmelzen, und da das Nervenmark hier in der Regel aufhört, die blasse Fortsetzung der Nervenröhre im Innern der Muskelfaser eine Fortsetzung des Axencylinders sein. Dieser verästelt sich dann in einem kleinen Bezirke mehrfach, so dass 5—10 und mehr Enden aus demselben hervorgehen und an dieser Verästelung sitzen dann da und dort die Nervenknospen an in Gestalt länglichrunder körniger Körperchen von geringerer Grösse als die Muskelkerne mit zugespitztem äusserem Ende, an denen *Kühne* bei 1000—1800maliger Vergrösserung noch einen besonderen Bau gesehen zu haben glaubt. Jede Knospe nämlich soll bestehen 1) aus einer äussern körnigen Umhüllung, die am freien Ende wie pinselförmig zerfasert sei oder einen büschelförmigen Anhang besitze und 2) aus einem innern Faden, der ein Ast des Axencylinders sei, an dem die Endknospe ansitze und im Innern dieser in ein birnförmiges Kügelchen ausgehe, das fast immer mit kleinen Kügelchen erfüllt erscheine, welche sehr verschieden seien von dem feinkörnigen Inhalte der übrigen Knospe. Diesem zufolge steht *Kühne* nicht an eine gewisse Aehnlichkeit dieser Endknospen mit den *Pacini*'schen Körperchen hervorzuheben.

In Betreff dieser gewiss wunderbaren und, wenn sie wahr wären, für die Physiologie äusserst belangreichen Angaben habe ich nun gestützt auf eine vorurtheilsfreie und, wie ich glaube sagen zu dürfen, sorgfältige Untersuchung der Nerven des Hautmuskels der Brust und der Bauchmuskeln des Frosches folgendes zu bemerken:

1) Es ist richtig — und diess nachgewiesen zu haben bleibt unbestreitbar *Kühne's* grosses Verdienst — dass die Muskelnerven des Frosches nicht in der Art enden, wie es alle Untersucher seit *Wagner* und *Reichert* angenommen haben, vielmehr Alle in blasse und selbst wiederum ziemlich reich verästelte Fasern auslaufen.

2) Diese blassen Endfasern, deren Durchmesser von 0,0005—0,001 selbst 0,002''' ansteigen, sind jedoch keine freien Axencylinder, wie *Kühne* annimmt, vielmehr geht die zarte Nervenscheide deutlich nachweisbar auch auf sie über, und stellen dieselben somit marklose Nervenfasern mit Hülle und Inhalt dar, wie sie an vielen andern Orten, vor Allem im elektrischen Organe von *Torpedo* sich finden. Wie überall ist übrigens

auch hier die Hülle im weiteren Verlaufe der blassen Fasern nicht mehr als besondere vom Inhalte unterschiedene Bildung nachzuweisen.

3) Die *Kühne*'schen Endorgane oder Nervenendknospen sind nichts als die Kerne der Nervenscheide, die wie an andern Orten auch auf die marklosen Fasern übergehen, und stimmen dieselben mit den Kernen der noch markhaltigen Endfasern in allen Beziehungen überein.

4) Ein Eindringen der Nervenendäste in das Innere der Muskelfasern kommt nicht vor, und liegt die ganze Verästelung der blassen Fasern aussen auf dem *Sarcolemma*, jedoch allerdings in innigem Zusammenhange mit demselben. Ich habe auf der einen Seite nirgends ein Eindringen der dunkelrandigen Röhren wahrgenommen und auf der andern Seite blasse feine Endfasern sammt ihren Kernen in so vielen Fällen in Seitenansichten aussen an dem *Sarcolemma* verlaufen sehen, dass ich *Kühne's* wenn auch noch so bestimmten gegentheiligen Angaben keinen Glauben schenken kann. *Kühne's* Angaben sind mir um so mehr zweifelhaft, einmal weil er behauptet, dass die Nervenscheide beim Eindringen der Nerven in die Muskelfasern in das *Sarcolemma* übergehe, während ich unzweifelhaft eine Fortsetzung derselben auf die blassen Endfasern gesehen habe, und zweitens weil zur Endtheilung einer dunkelrandigen Faser gehörende Endfasern sehr häufig nicht im Bereiche einer Muskelfaser bleiben, sondern in verschiedenen Richtungen auseinandertretend zu mehreren solchen verlaufen. —

Wenn demnach auch der auffallendere Theil der *Kühne*'schen Angaben als nicht stichhaltig sich erweist, so bleibt doch immer die wichtige Thatsache bestehen, dass die Muskelnerven in marklose kernhaltige Fasern auslaufen, welche in einer ganz beschränkten Gegend auf dem *Sarcolemma* der Muskelfasern reichlich sich verästeln. Ueber das eigentliche Ende dieser blassen Fasern sind mir noch Zweifel geblieben. Zwar fand auch ich die scheinbar freien Enden, die *Kühne* schildert, auf der andern Seite kamen mir aber auch Bilder vor, welche den Gedanken in mir erweckten, ob nicht vielleicht auch hier, wie im physiologisch verwandten elektrischen Organe von *Torpedo*, ein ganz zartes und dichtes Endnetz vorhanden sei. Es kommen nämlich an den marklosen Endfasern in manchen Fällen zahlreiche kurze, spitze oder abgerundete Seitenanhänge, oder wenigstens so wenig scharf gezeichnete Begrenzungen vor, dass die Möglichkeit des Vorkommens noch feinerer Ausläufer einem nahe tritt, doch ist mir bisher weder an frischen noch an mit den verschiedensten Reagentien behandelten Fasern gelungen, weitere Anschauungen nach der angegebenen Richtung zu erhalten und kann ich einige wenige (3) Fälle von wirklichen Verbindungen der blassen Endfasern, die ich bisher sah, nicht in diesem Sinne verwerthen. Auf der andern Seite sieht man die Endfasern häufig auch so scharf begrenzt und schön und auf weitere Strecken so geradlinig verlaufen, dass es schwer hält zu läugnen, dass dieselben nicht die wirklichen Endfasern sind, und erklären sich vielleicht die oben erwähnten Bilder daraus, dass die Reagentien, welche durch Aufhellung der Muskelfasern die blassen Endverzweigungen deutlich machen, eben bald mehr, bald weniger auch diese angreifen.

Ausser der von *Kühne* geschilderten Nervenendigung finde ich nun übrigens in den Muskeln des Frosches noch eine zweite sehr reichliche und bisher ganz unbekannte, die, wie mir scheint, den sensiblen und Gefässnerven angehört. Seit meinen Untersuchungen über die Muskeln des Menschen und denen von *Reichert* über den Hautmuskel des Frosches ist es bekannt, dass neben den Nerven der Muskelfasern selbst, die einen mehr beschränkten Verbreitungsbezirk besitzen, auch spärliche andere, wahrscheinlich sensible Fasern vorkommen, die über grosse Muskelflächen verlaufen. *Reichert* gibt an (*Müll.* Arch. 1851. p. 71), dass diese Fasern im Hautmuskel des Frosches keine Endigungen zeigen und dass demnach eine auf ihn beschränkte Empfindung nicht statthaben könne, es ist daher wohl nicht ohne Belang auch mit Hinsicht auf die Physiologie, dass ich die Endigung auch dieser Elemente aufgefunden habe. Die betreffenden Fasern sind feine dunkelrandige Röhren mit deutlicher kernhaltiger Scheide, die theils vom Stamme des Hauptnerven abgehen, zum Theil auch von aussen her an den Muskel treten. Verfolgt man dieselben an mit verdünnter $\bar{A}$ durchsichtig gemachten Muskeln, so findet man, dass sie da und dort seitlich feine marklose blasse Fasern abgeben und an ihren Enden in solche auslaufen, welche wie die Endäste der Muskelnerven Kerne führen, aber durch ihren Verlauf über weite Strecken und ihre spärlichen Verästelungen von diesen sich unterscheiden. Diese zweite Art marklo-

ser Fasern verläuft theils im Innern des Muskels und hier besonders neben den grösseren Gefässen, theils und vor Allem an den beiden Oberflächen desselben, und zwar viel reichlicher an der freien Fläche, meist die Muskelfasern kreuzend. Ueber ihr Ende bin ich soweit im Unklaren, als ich nicht weiss, ob die scheinbar freien Enden, die man da und dort sieht, wirklich solche sind, dagegen weiss ich mit Bestimmtheit, dass sie in gewissen, aber ziemlich seltenen Fällen untereinander sich verbinden. Neben den dunkelrandigen Fasern, die in diese blasse Verästelung auslaufen, gibt es übrigens immer solche, die, wie *Reichert* richtig meldet, über den Bereich der betreffenden Muskeln hinausgehen, um anderswo zu enden.

Noch erwähne ich, dass im Hautmuskel der Brust des Frosches im Winter (Februar) ausnahmslos 3—5 eigenthümliche Bildungen vorkommen, die auf den ersten Blick an Tastkörperchen oder Endkolben erinnern, ohne jedoch in diese Abtheilung von Organen zu gehören. Auf den ersten Blick und selbst bei genauerer Untersuchung erscheinen die fraglichen Gebilde als etwas verbreiterte Stellen schmalerer Muskelfasern, die durch einen grossen Reichthum an mehr rundlichen Kernen sich auszeichnen, zu denen meist Eine einzige sehr breite Nervenfaser tritt, um sie mit einigen Windungen und knäuelförmigen Bildungen, in denen auch Theilungen vorkommen, zu umgeben und oft unzweifelhaft in dieselben einzutreten. Letzterer Umstand machte mir diese Bildungen besonders wichtig, und gab es eine Zeit, wo ich der Ueberzeugung mich hingab, dass hier wenigstens im Sinne *Kühne's* die Nervenfasern in die Muskelprimitivbündel eintreten. Eine sorgfältige und nicht leichte Untersuchung der betreffenden Muskelfasern an durch Essigsäure durchsichtig gemachten Muskeln mit Hülfe ganz starker Vergrösserungen, lehrte mich jedoch, dass die vermeintliche einfache Muskelfaser aus einem ganzen Bündel von 3—7 feinen Fasern besteht, zwischen denen die Nervenfasern nur hindurchtreten. Es sind diess dieselben feinen Muskelfasern, aus deren genauerer Verfolgung *Weismann* das Vorkommen einer Längstheilung bei Muskelfasern abgeleitet hat (siehe den folgenden §.) und war es, nachdem ich einmal soviel wusste, nicht mehr schwer, diese Bündel durch starke Kalilösung für sich darzustellen und an denselben die Stelle nachzuweisen, wo die Reste der dunkelrandigen Faser sich befanden. An dieser Stelle hingen die feinen Muskelfasern innig zusammen und zeigte sich auch ein sie verbindendes körnig streifiges zartes Gewebe, das ich als veränderten Ueberrest der feinen Nervenverästelung und eines diese vielleicht begleitenden spärlichen Bindegewebes aufzufassen geneigt bin. Deutet man, wie *Weismann* sicherlich mit Recht es thut, die Bündel feiner Fasern als Theilungsergebnisse einer stärkeren Muskelfaser, so werden die eigenthümlichen, von mir gefundenen Nervenknäuel auf einmal klar und erscheinen dieselben als Wucherungen der Nervenfaser des ursprünglichen Muskelprimitivbündels, welche gleichzeitig mit der Theilung desselben sich anschickt, auch allen den Theilfasern ihre Nervenenden zukommen zu lassen. Eine genaue Erforschung der hierbei statthabenden Vorgänge verbietet der innige Zusammenhang der feinen Muskelfasern an der betreffenden Stelle, den, beiläufig bemerkt, schon *Weismann* beschreibt und abbildet (l. i. c. St. 268. Taf. VI. Fig. III.), ohne dessen Bedeutung zu kennen, doch zweifle ich nicht, dass die ursprünglichen blassen Nervenenden durch Wucherung und Kernvermehrung nach und nach so sich entwickeln, dass sie schliesslich alle neuen Fasern zu versorgen im Stande sind und glaube ich auch, dass ein Theil der zahlreichen rundlichen Kerne an der fraglichen Stelle den Nervenenden angehört. — Zum Schlusse nun noch die Bemerkung, dass das Ganze der Vorgänge, in welche hier zum ersten Male eine etwelche Einsicht sich eröffnet, wohl auch sehr wenig zu Gunsten der *Kühne*'schen Ansicht von der Endigung der Muskelnerven spricht. Wären die Nervenenden der sich theilenden Muskelfaser ursprünglich in derselben drin, so müssten sie, um auch alle Theilstücke zu versehen, offenbar in ganz unbegreiflicher Weise von der Theilung unbehelligt bleiben und später in einzelne der Theilfasern nicht nur hineingehen, sondern auch aus denselben wieder heraustreten, um zu den andern sich zu begeben. Lässt man dagegen, wie ich, die Nervenenden auf dem *Sarcolemma* aufliegen, so ist es äusserst leicht zu begreifen, wie dieselben nach und nach zwischen die Theilstücke hineinwuchern und schliesslich an jedem derselben besondere Endzweige bilden. So gewinnen die Nervenknäuel oder vielleicht besser Nervenknospen, auch von dieser Seite an Bedeutung und ist diess der Grund, warum sie hier ausführlicher besprochen wurden.

Bisher war nur von den Froschmuskeln die Rede. Nach dem, was ich bei der Maus gesehen habe, kommen auch hier blasse kernhaltige Endausläufer vor, doch waren die Bildungen, die ich sah, alle schmäler als sie *Beale* zeichnet und auch nicht so zahlreich; es ist jedoch nach meinen Erfahrungen die Untersuchung der Muskelnerven dieses Säugethieres so schwierig, dass ich meine Untersuchungen nicht als irgendwie abschliessend bezeichnen kann. Die Bemerkung kann ich jedoch nicht unterdrücken, dass *Beale* wohl die Anwesenheit blasser kernhaltiger Fasern, aber nicht die eines Netzwerkes derselben nachgewiesen hat und dass daher für einmal der Annahme nichts im Wege steht, dass die Enden hier im Wesentlichen ebenso sich verhalten, wie beim Frosche.

§. 91.

Entwickelung der Muskeln und Sehnen. Die Anlagen der Muskeln bestehen anfänglich aus denselben Bildungszellen, welche den übrigen Leib der Embryonen zusammensetzen, und aus denselben entwickeln sich erst nach und nach durch histiologische Umwandlung die Muskeln, Sehnen u. s. w. Beim Menschen werden die Muskeln erst am Ende des zweiten Monats deutlich, sind jedoch anfänglich nur für das bewaffnete Auge zu erkennen, weich, blass, gallertartig, und von ihren Sehnen nicht zu unterscheiden. In der 10ten bis 12ten Woche erkennt man dieselben namentlich an Weingeiststücken deutlicher und nun treten auch die Sehnen als etwas hellere, jedoch ebenfalls durchscheinende Streifen auf. Im vierten Monate sind Muskeln und Sehnen noch kenntlicher, erstere am Rumpfe leicht röthlich, letztere weniger durchscheinend, graulich, beide noch weich. Von nun an gestalten sich beide Theile immer mehr zu dem, was sie später sind, so dass sie beim reifen Embryo, ausser dass die Muskeln noch weicher und blasser und die Sehnen gefässreicher und weniger weiss sind, keine nennenswerthen Abweichungen mehr darbieten.

Die feinern Verhältnisse anlangend, so sind bei Embryonen aus dem Ende des zweiten Monats die Primitivbündel lange, von Stelle zu Stelle knotig angeschwollene und hier mit länglichen Kernen versehene 0,001—0,002‴ breite Bänder, die entweder gleichartig oder feinkörnig aussehen und nur selten eine ganz leise Andeutung von Querstreifen zeigen. Die erste Entwickelung dieser Muskelfasern war bisher ganz unbekannt, ich habe jedoch vor Kurzem gezeigt, dass jede derselben aus einer einzigen spindelförmigen Zelle mit Einem Kerne hervorgeht. Solche Fasern (Fig. 114) findet man im 2. Monate (bei Embryonen von 7—8 Wochen) in den eben gebildeten Anlagen der Hände und Füsse und messen dieselben bis zu 0,06—0,08‴ Länge. Bei denselben Embryonen haben Unterschenkel und Vorderarm schon etwas weiter entwickelte Fasern mit 2, 3—8 und 9 Kernen und einer Länge von 0,15‴, die an beiden Enden fein zugespitzt auslaufen und hie und da schon einen Anflug von Querstreifung zeigen, und am Rumpfe und an den obersten Theilen der Glieder sind die Fasern so lang, dass es, wenigstens mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln nicht mehr gelingt, an einer Faser beide Enden zu erkennen. Diesem zufolge entsteht jede Muskelfaser aus einer einzigen Zelle, welche ungemein sich verlängert, während zugleich ihr Kern sich vermehrt, welche Vermehrung leicht zu beobachten ist, indem oft Kerne mit 2 *Nucleolis* und 2 mit ebenen Flächen dicht beisammenstehende solche vorkommen. In weiterer Entwickelung werden nun die langen vielkernigen Spindeln immer breiter

und länger und entwickelt sich ihr Inhalt, das ursprüngliche Cytoplasma, zu den Muskelfibrillen. Im 4. Monate (Fig. 115) messen dieselben einem grossen Theile nach 0,0028—0,005''' in der Breite, einige selbst 0,006''', während andere freilich auch die Grösse von 0,0016—0,002''' nicht übersteigen, und sind die grösseren zwar noch immer abgeplattet, aber gleichmässig breit, zugleich auch bedeutend dicker als früher, meist deutlich längs-



Fig. 114.



Fig. 115.

und quergestreift und selbst mit darstellbaren Fibrillen versehen. Zum Theil schon in der Längsansicht, noch besser aber auf Querschnitten ergibt sich, dass bei vielen die Fibrillen nicht die ganze Dicke der Primitivröhren einnehmen, sondern oberflächlich in Gestalt eines Rohres in denselben angelagert sind, während im Innern noch der ursprüngliche Zellsaft wie früher sich findet, der nun wie ein Kanal innerhalb der Fibrillen erscheint. Alle Primitivröhren besitzen ein Sarcolemma (*b*), welches durch Essigsäure und Natron als ein sehr zartes Häutchen nachzuweisen ist und auch hin und wieder durch eingedrungenes Wasser von den Fibrillen sich abhebt; ausserdem zeigen dieselben wie anfangs Kerne, welche unabänderlich am Sarcolemma anliegen und dasselbe oft bauchig abheben und wie früher so auch jetzt noch in einer energischen Vermehrung begriffen sind. Dieselben sind alle bläschenförmig, rundlich oder länglich, mit sehr deutlichen einfachen oder doppelten *Nucleolis* von 0,0004—0,0008''', oft wie in Theilung begriffen, und viel zahlreicher als früher, am häufigsten zu zweien dicht beisammen, oft aber auch gruppenweise zu 3, 4, selbst 6 neben und

Fig. 114. Muskelfasern von einem zweimonatlichen menschlichen Embryo. 1. 2. Vom Fuss mit 1 und 2 Kernen. 3. Vom Unterschenkel mit 6 Kernen. 350mal vergr.

Fig. 115. Primitivfasern eines 4 Monate alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Ein Bündel mit einer noch nicht faserigen hellen Masse im Innern, 2. Bündel ohne solche mit Andeutung von Querstreifen, *a*. Kerne, *b*. Sarcolemma.

hintereinander gelagert. — Von nun an bis zur Geburt verändern sich die Muskelfasern nicht mehr bedeutend, ausser dass sie an Dicke zunehmen und im Innern Fibrillen ablagern. Beim Neugebornen messen sie 0,0056—0,0063''', sind ohne Höhlung im Innern, rundlich vieleckig, je nach Umständen längs- und quergestreift wie beim Erwachsenen, mit ungemein leicht darstellbaren Fibrillen und noch mehr Kernen als früher.

Dem Bemerkten zufolge ist das Sarcolemma die ungemein gewachsene Hülle der ursprünglichen embryonalen Muskelzelle, die Kerne die Abkömmlinge des ersten Zellenkernes dieser, der durch Theilungen sich vermehrt. Die Muskelfibrillen sind fest gewordener umgewandelter Inhalt der ursprünglichen Röhre, und bilden sich in vielen Fällen nachweisbar vom Sarcolemma aus nach innen, in andern vielleicht aber auch in der ganzen Röhre auf einmal.

Das Wachsthum der Gesammtmuskeln kommt vor Allem auf Rechnung der Längen- und Dickenzunahme der Primitivbündel. Beim 4—5monatlichen Embryo sind dieselben schon zum Theil fünfmal stärker als bei dem von 2 Monaten, beim Neugebornen messen sie grösstentheils zweimal, zum Theil selbst drei- und viermal mehr als im 4ten oder 5ten Monate und beim Erwachsenen betragen sie ungefähr fünfmal mehr als beim Neugebornen. Mit der Dicke der Bündel müssen auch die Fibrillen an Zahl zunehmen, da sie nach *Harting* beim Erwachsenen nur um Weniges dicker sind als beim Fötus (man vergl. *Harting, Rech. micrometr.* u. *Hepp* l. i. c.). Eine für die höheren Geschöpfe noch nicht ermittelte Frage ist die, zu welcher Zeit ein Muskel die volle Zahl seiner Muskelfasern besitzt. Die früheren Erfahrungen schienen dafür zu sprechen, dass diess schon während der Embryonalperiode geschieht, nun ergeben aber die Zählungen von *Budge* und die unmittelbaren Beobachtungen von *Weismann*, dass beim Frosche auch in späteren Zeiten, ja selbst beim ausgewachsenen Thiere noch Muskelfasern entstehen und erscheint es daher nicht unmöglich, dass etwas der Art auch bei den Säugethieren sich findet. Sollte dem so sein, so wäre, gestützt auf *Weismann's* Wahrnehmungen, vor Allem an Theilungen der schon vorhandenen Muskelfasern, vielleicht auch an Bildung ganz neuer Muskelfasern von den Bindegewebskörperchen des *Perimysium* aus zu denken.

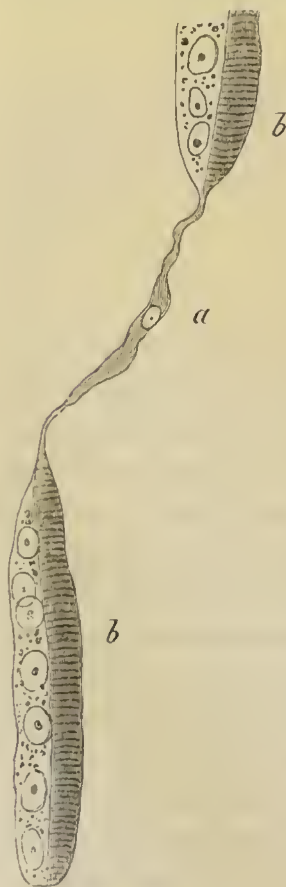


Fig. 116.

Die Elemente der Sehnen sind ursprünglich ebenfalls gedrängt beisammenliegende runde Bildungszellen, die jedoch nur kurze Zeit in diesem Zustande verharren, sondern, wie Untersuchungen an jungen Säugethierembryonen lehren, selbst bald spindelförmig werden. Zur Zeit, wo die Sehnen als Organe wahrnehmbar werden, findet

Fig. 116. Eine in Bildung begriffene Sehne aus einer einzigen verlängerten Zelle *a* bestehend, die ich jetzt als ein Bindegewebskörperchen mit umhüllender Bindesubstanz deute. Die einfache Sehne vereint 2 unentwickelte Muskelfasern *b b*, von denen jede auch nur Eine Zelle darstellt. Aus dem hintersten Theile des Schwanzes einer Froschlarve mit inneren Kiemen, 350mal vergr.

sich neben den Zellen auch eine streifige Zwischensubstanz, die immer deutlicher zur leimgebenden fibrillären Sehnensubstanz sich gestaltet, während

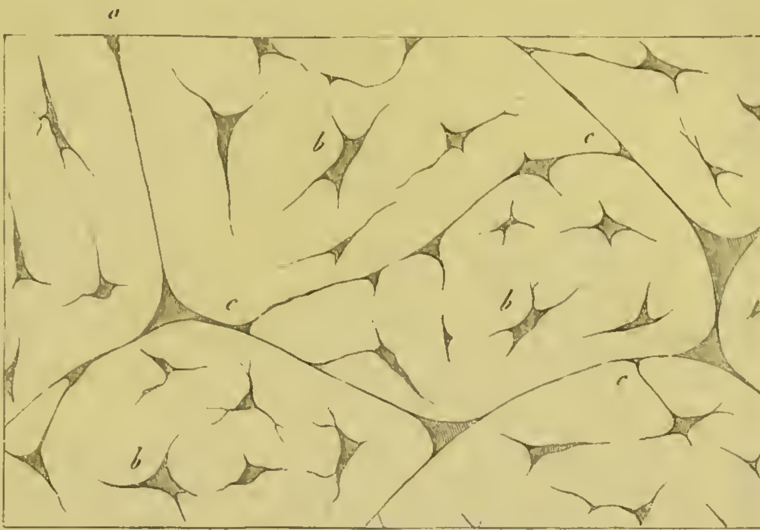


Fig. 117.

die Spindelzellen untereinander sich verbinden und zu den Bindegewebskörperchen der Sehnen werden. Das weitere Wachsthum geschieht so, dass, während das Zellennetz unter gleichzeitiger Vermehrung seiner Kerne sich weiter ausbreitet (verlängert und in der Breite ausdehnt), immer mehr Zwischensubstanz abgesetzt wird, bei welchem Vorgange neben den Zellen sicherlich auch die zahlreichen Blutgefässe wachsender Sehnen eine Rolle spielen. So rücken die Zellen immer weiter auseinander, doch stehen dieselben, wie leicht begreiflich, noch beim Neugebornen viel dichter als beim Erwachsenen (Fig. 117). Die Fibrillen scheinen bei Embryonen ebenso stark zu sein wie beim Erwachsenen und beruht demnach das Wachsthum der Zwischensubstanz auf der Bildung immer neuer Fibrillen zwischen den alten und nicht auch einer Dickenzunahme dieser selbst.

Bis vor wenigen Jahren galt die Annahme von *Schwann*, nach welcher die Muskelfasern aus vielen hintereinander liegenden verschmelzenden Zellen sich entwickeln, allgemein als richtig, in den letzten Zeiten erhielt jedoch die Ansicht von *Prévost* und *Lebert* und *Remak*, nach der jede Muskelfaser aus einer einzigen Zelle hervorgeht (S. §. 30), das Uebergewicht und schlossen sich ausser mir auch andere Beobachter, wie *M. Schultze* und *Weismann*, an dieselbe an. Nichts desto weniger ist dieselbe noch nicht vollkommen gesichert, indem vor Kurzem von *Margo*, *Moritz* und *Deiters* wiederum eigenthümliche abweichende Darstellungen der Entwickelung der Muskelfasern gegeben worden sind, die hier noch kurz beleuchtet werden sollen.

Margo findet bei der Entwickelung der Muskelfasern zuerst einfache Zellen (Sarcoplasten) und lässt ebenso wie *Remak* und ich in diesen die querstreifige Substanz entstehen. Das Abweichende seiner Ansicht liegt darin, dass er die Muskelfasern nicht durch Vergrösserung dieser Elemente sich bilden lässt, sondern durch Verschmelzung vieler derselben in einfachen oder mehrfachen Reihen. Hierbei soll die Zellmembran mit dem contractilen Inhalte verwachsen und nicht in das *Sarcolemma* übergehen, welches als eine neue Bildung durch Verdichtung des umliegenden Blastems entstehe. — Die Auffassung von *Moritz* stimmt im Wesentlichen mit der von *Margo* überein,

Fig. 117. Ein Theil des Querschnittes einer Sehne des Kalbes, 350mal vergr. *a* Scheidewände der kleinsten Sehnenbündel. *b* Bindegewebskörperchen mit den häutigen Ausläufern im Querschnitte wie sternförmige Zellen sich ausnehmend. *c* Verbindungen der Ausläufer der Zellen mit den Scheidewänden.

nur lässt er die Muskelzellen einfach durch Ausläufer zu Fäden verschmelzen und das *Sarcolemma* aus dem umgebenden Bindegewebe sammt dessen Bildungszellen hervorgehen. — *Deiters* endlich betritt einen ganz neuen Weg, denn während alle bisherigen Beobachter die Bildung des quergestreiften zusammenziehungsfähigen Stoffes in das Innere der Bildungszellen der Muskeln verlegten, lässt er denselben als Ausscheidung der Zellen auf ihrer Aussenfläche sich bilden. Ihm zufolge besteht ein Muskelprimitivbündel aus Zwischensubstanz (der querstreifigen Masse), Zellen oder Zellenresten (den Muskelkernen) und einer Umhüllung, die wahrscheinlich eine Cuticularbildung ist (dem *Sarcolemma*). Mit Bezug auf die Zahl der Zellen, welche an der Bildung einer Muskelfaser betheiligt sind, so nimmt *Deiters* an, dass in dem einen Falle Eine Zelle ausreiche, deren Kerne sich vermehren, während im andern mehrere solche miteinander verschmelzen, die nebeneinander oder schräg hintereinander liegen.

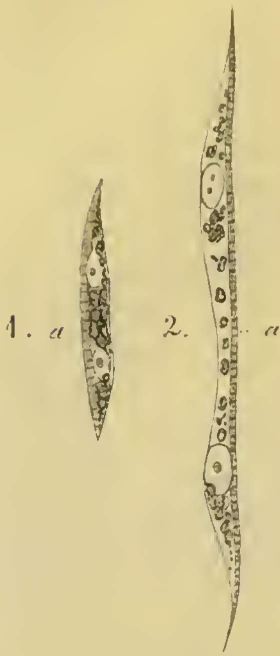


Fig. 118.

Allen diesen neuern Auffassungen gegenüber halte ich an meiner in diesem §. gegebenen Darstellung fest, die sich auch bei neu aufgenommenen Untersuchungen vollkommen richtig bewiesen hat. Amphibien- und Säugethierembryonen zeigen die schon von *Remak* und mir beschriebenen und abgebildeten Uebergänge der einkernigen in die mehrkernigen Muskelfasern so bestimmt und zahlreich, dass ich nicht begreife, wie ein Untersucher, der sich die Zeit nimmt, diesen Gegenstand nach allen Seiten zu prüfen, zu einer andern Ansicht gelangen kann. Was die Aufstellung von *Deiters* anlangt, so lässt sich eher über dieselbe streiten. Alles, was ich gesehen habe, spricht so bestimmt für die intracellulare Entstehung der querstreifigen Masse, dass meine Anschauung in dieser Beziehung vollkommen feststeht. Für solche, die weniger entschieden sein sollten, bemerke ich 1) dass zusammenziehungsfähige Zwischensubstanzen bis jetzt unbekannt sind, wohl aber vom Zellensafte dieses Vermögen nachgewiesen ist und 2) dass *in toto* quergestreifte einkernige Faserzellen vorkommen (Siehe §. 30), bei denen die *Deiters*'sche Auffassung unmöglich zulässig ist, wie derselbe selbst zugibt (l. c. St. 416).

In Betreff des Wachsthumes der Muskeln scheint *Budge* durch seine Zählungen festgestellt zu haben, dass beim Frosche auch nach der Larvenzeit immer noch neue Fasern sich bilden. So waren die Mengen der Muskelfasern im *Gastrocnemius* von 5 Fröschen von 13 Mm., 15 Mm., 17 Mm., 46 Mm. und 80 Mm. Körperlänge (vom Scheitel bis zum After) 1053, 1336, 1727, 3434, 5711. Ueber die Art und Weise der Bildung der neuen Fasern spricht sich *Budge* nicht bestimmt aus, doch nahm derselbe einige Thatsachen wahr, die ihm für eine Entstehung derselben durch Abschnürung der Randtheile schon gebildeter Fasern (d. i. eine Art Längstheilung) zu sprechen schienen. In demselben Sinne sprechen auch die von *Weismann* bei erwachsenen Fröschen im Winter angestellten Erfahrungen. Nach diesen gehen in dieser Zeit bei Fröschen viele Muskelfasern durch fettige Degeneration zu Grunde und an der Stelle dieser bilden sich aus schon vorhandenen Fasern durch besondere Vorgänge von Längstheilung neue Fasern. Auch *Wittich* nimmt eine Neubildung von Muskelfasern in der angegebenen Jahreszeit an, setzt dieselbe jedoch auf Rechnung der Bildung neuer kurzer Muskelzellen, die im *Perimysium internum* sich entwickeln. — Was mich anlangt, so besitze ich über die Bildung neuer Muskelfasern bei noch wachsenden Muskeln keine Erfahrungen, dagegen kann ich für die ausgebildeten Winterfrösche *Weismann's* Erfahrungen im Wesentlichen bestätigen. Durch Kali von 35 % lassen sich aus jedem Muskel eine gewisse Zahl Fasern mit einfachen und mehrfachen Kernreihen, dann eben solche mit Spaltbildungen kürzerer oder längerer Art, die da und dort in der Mitte der Fasern auftreten, endlich ganze Bündel feiner Fasern, die an der Nerveneintrittsstelle fester zusammenhängen (Siehe

Fig. 118. In Entwickelung begriffene Muskelfasern einer Froschlarve, die noch keine Kiemen besitzt. 1. Zweikernige Muskelzelle von der Schwanzspitze. 2. Eben solche, längere von der Mitte des Schwanzes, *a*. Anlage der querstreifigen Substanz, 350mal vergr.

oben für sich darstellen und habe auch ich die Ueberzeugung gewonnen, dass hier Theilungsvorgänge schon vorhandener Muskelfasern sich finden und zwar weniger Abspaltungen von den Seiten her, die ich übrigens nicht anzweifeln will, sondern vor Allem Theilungen ganzer Fasern in 2, 3 und mehr feinere Fasern auf einmal. Von den Faserzellen *Wittich's* habe ich bis jetzt nichts gesehen, doch ist vielleicht Kali nicht das Mittel um dieselben nachzuweisen, da es auch die Bindegewebskörperchen undeutlich macht. — Hier will ich nun noch einen andern Punkt berühren. Schon vor längerer Zeit sind von mir Muskelfasern des Frosches beschrieben und abgebildet worden (Zeitschr. f. w. Zool. VIII.), die im Innern ganz mit runden kernhaltigen Zellen gefüllt waren und solche Fasern sind mir auch bei neuen Untersuchungen im Winter häufig vorgekommen. Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob nicht diese endogenen Zellen zur Bildung neuer Muskelfasern verwendet werden, und die kürzern einkernigen Faserzellen *Wittich's* vielleicht Abkömmlinge derselben seien. Es ist mir jedoch bis jetzt noch nicht gelungen, diese Vermuthung durch ganz bestimmte Thatsachen zu erhärten und ist Alles, was ich bisher gesehen habe, das, dass die fraglichen endogenen Zellen in einzelnen Fällen auch länglichrund gefunden werden.

Das Längenwachsthum der Muskelfasern geschieht nach *Margo* durch Ansatz neuer Muskelzellen an den Enden derselben. Hiervon habe ich ebensowenig wie *Weismann* bisher eine Spur gesehen.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Das Gewebe der quergestreiften Muskeln erzeugt sich nie wieder und Muskelwunden heilen einfach durch einen sehnigen Callus, doch hat *C. O. Weber* (*Virch.* Arch. VII) einen merkwürdigen Fall beschrieben, wo bei einer hypertrophischen Zunge das nach Wegnahme der Spitze neugebildete Stück schmale Muskelfasern von der Breite derjenigen 5monatlicher Embryonen in Menge enthielt, über deren erste Entstehung jedoch nichts wahrgenommen werden konnte, daher die Beobachtung nicht über jeden Zweifel erhaben ist, wie *Billroth* wohl mit Recht bemerkt. Eine Neubildung derselben haben *Rokitansky* (Zeitschrift der Wiener Aerzte 1849, p. 331) bei einer Hodengeschwulst eines 18jährigen Individuums und *Virchow* (Verh. d. Würzb. Ges. I.) in einem Ovariumtumor gesehen und waren es im letztern Falle, den ich selbst sah, langgestreckte spindelförmige, quergestreifte Zellen, jede mit einem Kern. Diese Muskelzellen, die *Virchow* nun auch abgebildet hat (Arch. VII. Tab. II.), so wie die schönen neuen Erfahrungen von *Billroth* (*Virch.* Arch. VIII.) über quergestreifte Muskelfasern in einem Hodencystoid sprechen entschieden ebenfalls für die Entwickelung der Muskelfasern aus einfachen Zellen und muss namentlich den Beobachtungen *Billroth's* hier ein grosses Gewicht zugeschrieben werden, weil er Gelegenheit hatte, sowohl jüngere als auch ältere Formen zu sehen, als *Virchow*. Ich bemerke übrigens, dass normal solche Muskelfasern, wie sie *B.* zeichnet, mit Ausnahme der Fig. 76, nicht vorkommen, während die Fasern, die *Virchow* abbildet, genau wie embryonale Elemente aussehen, dagegen stimmt einiges mit den jungen Fasern der Batrachier, namentlich Fig. 9*b*. — *B.* nimmt auch eine Theilung von Muskelfasern an, was somit in Uebereinstimmung wäre mit den Erfahrungen von *Weismann*. Bei Hypertrophien, die mit Ausnahme der Zunge, des Herzens und gewisser Athemmuskeln (*Bardeleben*) bei quergestreiften Muskeln vielleicht gar nicht oder wenigstens höchst selten vorkommen, scheinen nach *Hepp* und *Wedl* die Elemente einfach an Dicke zuzunehmen, und verhalten sich nach Ersterem im Herzen die hypertrophischen Bündel zu den normalen wie 4 : 1, dagegen macht es *Weber's* Erfahrung wahrscheinlich, dass hier auch Neubildung von Fasern statt hat. Eine ächte Atrophie der Muskeln findet sich im höhern Alter. Hier sind die Bündel schmal, zum Theil nur von 0,004 — 0,008''' Durchmesser, leicht zerfallend, meist ohne Querstreifen und mit undeutlichen Fibrillen, dagegen gelbliche oder braune Körner bis zu 0,001''' oft in sehr grosser Menge und sehr viele bläschenförmige Kerne mit Nucleolis enthaltend, die in langen zusammenhängenden Reihen oder gehäuft innen am Sarcolemma anliegen und eigenthümlicher Weise dieselben bestimmten Zeichen einer energischen Vermehrung durch endogene Bildung darbieten, wie die der Embryonen (s. in diesem §.). Ausserdem begleitet Atrophie viele andere pathologische Vorgänge in den Muskeln. Bei der Fettbildung in Muskeln, die im Herzen z. B. häufig ist, werden die Muskelbündel durch Bindegewebe und Fettzellen, die zwischen ihnen sich entwickeln, nach und nach verdrängt, während bei der fettigen Entar-

tung derselben grössere oder kleinere Fettkörner an der Stelle der allmählich schwindenden Fibrillen in grosser Zahl in ihnen sich entwickeln, welche nach *Virchow* meist in zierlichen Reihen stehen, ja nach *Donders* selbst innerhalb der Fibrillen enthalten sein sollen (?) und meiner Meinung nach aus den interstitiellen Körnern sich entwickeln. Auch fetthaltige Zellen können innerhalb des Sarcolemma entstehen und habe ich noch neulich mit Zellen gefüllte Sarcolemmaschläuche aus Froschmuskeln beschrieben (Z. f. w. Zool. VIII.). Zugleich mit der fettigen Entartung werden die Muskeln blasser, mehr gelblich und weicher, die Fasern leicht zerfallend. Eine Bindegewebemetamorphose der Muskelfasern beschreibt neulich *Billroth* (*Virch.* Arch. VIII.), bei welcher an die Stelle der vergehenden Fasern schliesslich Bindegewebe tritt, wie, liess sich nicht genau ermitteln. Gelähmte Muskeln fand *Reid* dünner, weicher, blasser und *Valentin* mit undeutlichen Querstreifen. Neuere fanden in solchen meist Atrophie mit fettiger Degeneration. Bei Abgemagerten sind die Muskeln blasser und weicher, die Bündel schmäler. Selten verkalken die Muskelfasern, so dass die Muskeln wie Asbest splittern (*H. Meyer*). Ossificationen in Muskeln, wie der sogenannte Exercirknochen im *Deltoideus*, gehen aus dem Bindegewebe derselben hervor, welches auch sonst durch Zunahme eine fibröse Umwandlung derselben bedingen kann. Bei Krebs des *Pectoralis major* fand ich das Sarcolemma der Fasern mit schönen Reihen kernhaltiger blasser Zellen erfüllt. Von Parasiten sind die zwischen den Bündeln gelegenen *Cysticercus cellulosae* zu erwähnen, ferner im Innern der Muskelfasern enthaltene Nematoden und zwar 1) die *Trichina spiralis*, 2) ein beim Aal von *Bowman* (*Cyclop. of Anat. II. p.* 512) lebend in dem fast ganz leeren Sarcolemma gesehener Wurm, 3) ein von mir in den Froschmuskelfasern gefundener Nematode. Organische Bildungen, ob vegetabilische oder thierische ist zweifelhaft, finden sich bei Ratten und Mäusen, nämlich 4—7‴ lange und 0,09—0,1‴ breite weisse Streifen, die bei mikroskopischer Untersuchung als hohle Primitivbündel sich ergaben, die ganz mit elliptischen leicht gebogenen Körperchen von 0,004—0,005‴ Länge und 0,0019‴ Breite, ähnlich Eiern, erfüllt waren. Die in Schläuche umgewandelten Stellen der Bündel hatten Wandungen von 0,009—0,1‴ Dicke mit Querstreifen und gingen an ihren Enden in ganz normale Bündel über (s. auch *v. Siebold* in Zeitschr. f. w. Zool. V.). Eine ältere vergessene Beobachtung von *Gerber* (Allgem. Anat. p. 141 und Fig. 82) von eigenthümlichen verschlungenen Fäden im Innern von Muskelfasern des Pferdes und von halbmondförmigen Körperchen in Pferdemuskeln gehört wohl auch hierher und ausserdem seien auch die neuesten Beobachtungen von *Rainey* über sonderbare Schläuche in den Muskelfasern des Schweines erwähnt (*Phil. Trans.* 1857. *Pl. X.*), von denen der Autor glaubt, dass sie mit dem *Cysticercus cellulosae* in Verbindung stehen.

Bei der Untersuchung der Muskeln ist es nöthig, dieselben frisch und mit verschiedenen Reagentien behandelt zu erforschen. Muskelprimitivbündel stellt man am leichtesten für sich dar an gekochten oder in Spiritus gelegenen Muskeln, an denen man meist auch prächtige Querstreifen findet, ebenso wie nach Behandlung mit Sublimat und Chromsäure. Ganz vortrefflich ist die Kalilösung von 32—35 %, die *Moleschott* zuerst zum Darstellen der Faserzellen der glatten Muskeln vorschlug und ebenso wie *Weismann* auch bei den quergestreiften Muskelfasern anwandte. Froschmuskeln werden in dieser Flüssigkeit in Zeit von 10—20 Minuten so weich, dass sie ganz und gar in ihre Elemente zerfallen und die Gestalten derselben aufs schönste zeigen. *Budge* empfiehlt zu diesem Ende eine beliebige Mischung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali, *Wittich* das Kochen in einer Lösung dieser Stoffe; die Zusammenziehungen erforscht man theils an frischen noch zuckenden Muskeln, am besten von Insecten, die man mit Serum, Eiweiss, *Humor vitreus* befeuchtet, oder nach

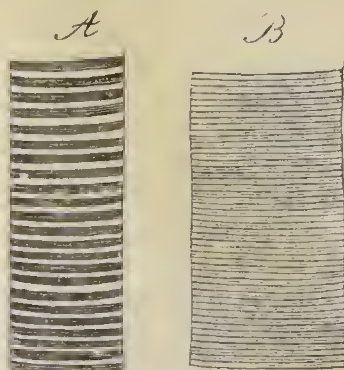


Fig. 119.

Fig. 119. Ein Primitivbündel eines Froschmuskels in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung, 350mal vergr. *A.* Das Bündel ausgedehnt und schmal, mit breiten, entfernt stehenden Querstreifen. *B.* Dasselbe beim Nachlass aller Ausdehnung breiter und mit schmalen, dicht stehenden Streifen.

Ed. Weber's Methode, indem man den zu untersuchenden Muskel, z. B. Bauchmuskeln, dünne Extremitätenmuskeln des Frosches, Hautmuskeln, *Diaphragma* kleiner Säugethiere etc., auf einem Stückchen Spiegelglas, das eine folienfreie Stelle besitzt, mit dem Rotationsapparate galvanisirt. In diesem Falle wird der eine Leitungsdrath durch eine Oeffnung im Objecttisch durchgezogen oder sonst neben demselben so befestigt, dass er unveränderlich den einen Stanniolstreifen berührt. Betrachtet man nun den Muskel bei etwa 400maliger Vergrösserung, während man den zweiten Leitungsdrath an den andern Stanniolstreifen bringt, so sieht man im Momente der Schliessung der Kette die Muskelfasern geradlinig sich verkürzen, dichter werden und ihre Querstreifen sich nähern; in diesem Zustande verharren sie dann so lange der Galvanismus einwirkt, bei Unterbrechung des Stromes dagegen verlängern sie sich eben so rasch, als sie sich zusammenzogen und beugen sich zickzackförmig, wenn der Muskel frei da liegt, nicht aber wenn derselbe durch an Faden befestigte kleine Gewichte gespannt wird, woraus demnach hervorgeht, dass, wenn Zickzackbiegungen im Leben sich finden, was man noch nicht weiss, dieselben nur dann vorkommen können, wenn die Muskeln im Ruhezustande nicht gespannt sind, also z. B. bei einem Beuger, der, nachdem er möglichst auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht. Das Sarcolemma ist an Amphibien- und Fischmuskeln, namentlich an Spiritusstücken, an denen es meist stellenweise weit von den Fibrillen absteht, leicht nachzuweisen, bei höhern Geschöpfen und beim Menschen zeigt es sich zufällig beim Zerzupfen der Bündel, ferner an in verdünnter Salzsäure erweichten und an gekochten Bündeln und bei Zusatz von Essigsäure und Alkalien. Ich kann hier besonders *Natron caust. dilutum* empfehlen, das in vielen Fällen den Inhalt der Muskelröhren so flüssig macht, dass derselbe in anhaltendem Strome sammt den Kernen aus denselben herausquillt, in welchem Falle dann die Scheiden sehr deutlich zur Anschauung kommen. Nirgends jedoch zeigen sich beim Menschen die Scheiden schöner als bei erweichten, atrophischen, fettig oder anderweitig entarteten Muskeln, und zwar um so mehr, je grösser die Entartung der Fibrillen ist. Die Muskelfibrillen sieht man an ganz frischen Muskeln hie und da, jedoch weniger leicht, ganz schön dagegen, sobald die Todtenstarre eingetreten ist. Leicht isoliren sich dieselben an Spirituspräparaten, besonders der Perennibranchiaten (*Siredon*, *Proteus* etc.), durch Behandlung mit Chromsäure *(Hannover)*, durch 8—21 Tage lange Maceration bei 4—8° R. in Wasser, dem, zur Verhinderung der Fäulniss, etwas Sublimat zugesetzt wird *(Schwann)*; auch Maceration in den Mundflüssigkeiten *(Henle)* erlaubt eine leichte Darstellung derselben, wogegen nach *Frerichs* (*Wagn.* Handwörterb. III. 1. p. 814) im Magen die Bündel in *Bowman*'sche Discs zerfallen, welche Discs am leichtesten durch verdünnte Salzsäure (von $\frac{1}{500}$—$\frac{1}{1000}$) zu erhalten sind (s. oben §. 82). Die Kerne der Muskelbündel untersucht man am besten nach Essigsäurezusatz; durch Natron (siehe vorhin) kann man dieselben für sich darstellen, ebenso durch sehr verdünnte Essigsäure und Salzsäure, welche die Fibrillen auflösen und durch Kali sehr aufquellen machen *(Donders)*. Ueber die Einwirkung verschiedener Reagentien auf die Muskelelemente vergleiche man noch die Abhandlungen von *Donders* (Holländ. Beitr.) und *Paulsen* (*Observ. microchem. Dorp.* 1849), dann *Lehmann* (Phys. Chem. Bd. III) und die im §. 32 citirten neuern Autoren. Freie Enden von Muskelfasern sieht man an gekochten in Glycerin gelegten Muskeln am besten *(Rollett)* und nach Behandlung mit Kali von 35 %. Die Gefässe der Muskeln studirt man an frischen dünnen Muskeln und an Injectionen, die Nerven an den kleinsten Muskeln des Menschen, in den Muskeln kleiner Säuger, im Hautmuskel der Brust der Frösche. Die Nervenverästelung im Groben und die Theilungen der Fasern sieht man leicht nach Zusatz von verdünntem *Natron causticum* oder gewöhnlicher Essigsäure, um dagegen die marklosen Enden mit ihren Kernen zu sehen, bedarf es einer besonderen Zubereitung und empfehle ich in dieser Beziehung in erster Linie eine sehr verdünnte Essigsäure (auf 100 Ccm. *Aqua destillata* 8—16 gtt. *Acidum aceticum concentratum* von 1,045 spec. Gew.), die schon in 2—3 Stunden im Hautmuskel der Brust kleiner Frösche die Nervenenden deutlich zeigt und später diesen Muskel ganz durchsichtig macht und ihn auch Tage lang gut erhält. Sehr brauchbar sind auch 2) Salzsäure von 1 pro mille und namentlich 3) eine verdünnte Essigsäurelösung, zu der man einen Froschmagen gelegt hat, was natürlich eine Art künstlichen Magensaftes gibt, doch werden in diesen 2 Lösungen, von denen ich die letztere nur kalt angewendet habe, früher oder später auch die blassen Nervenenden angegriffen und sind dieselben nur eine gewisse Zeit lang sichtbar. Das Perimysium und die Gestalt und

Lagerung der Muskelfasern zeigen Querschnitte getrockneter Muskeln sehr hübsch, dasselbe gilt auch von den Sehnenelementen. Die Ansätze der letztern an Knochen und ihre Knorpelzellen an diesen Stellen sieht man leicht, an der Achillessehne z. B., auf senkrechten Schnitten getrockneter Präparate, über ihr Verhalten zu den Muskelbündeln siehe den §. 87. Zur Untersuchung der Knorpelzellen in Sehnen macht man von der Oberfläche derselben Flächenschnitte und behandelt sie mit Essigsäure oder sehr verdünntem Natron. Zur Erforschung der Entwickelungsgeschichte endlich sind vor Allem die nackten Amphibien, namentlich in Chromsäure gelegte Larven zu empfehlen und erst in zweiter Linie die Säugethiere.

Literatur der Muskeln. Ausser den beim §. 32 citirten Abhandlungen sind zu berücksichtigen: *G. Valentin*, Artikel »Muskeln« im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, Bd. XXIV, S. 203—220. Berlin 1840; *R. Remak*, Ueber die Entwickelung der Muskelprimitivbündel, in Fror. N. Not. 1845, Nr. 768 u. Entw.; *Kölliker*, in *Ann. d. sc. nat.* 1846; *Dobie*, in *Ann. of nat. hist. 2. Ser. III.* 1849; *Lebert*, *Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertébrés*, in *Ann. d. sc. nat.* 1850. *p.* 205; *Aubert*, Ueber die Structur der Thoraxmuskeln der Insecten, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 388; *Stannius*, Ueber den Bau der Muskeln von *Petromyzon*, in Gött. Nachr. 1852. Nr. 17. u. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. Fig. 252; *Donders*, in *Ned. Lancet* 3. *Ser.* 1. *Jaarg. p.* 556; *Gairdner* u. *Barlow*, in *Monthly Journal*, 1853. *p.* 278 u. 872; *Ecker*, *Icon. phys. Taf. XII.*; *Funke*, Atlas der phys. Chem. Taf. X.; *L. Hepp*, Die path. Veränd. d. Muskelfasern. Zürich 1853. Diss.; *Günsburg*, Ueber die erste Entw. d. Muskelgew., in Jahresber. der schles. Gesellsch. 1852. p. 126; *Harting*, in *Het Mikrosk. Bd. IV. p.* 188, 268; *Robin*, *Sur le dével. d. élém. muscul.* in *Gaz. méd.* 1855. *p.* 387; *Savory*, *Developm. of Striated muscul. fibre*, in *Phil. Trans.* 1855. *p.* 243; *O. Deiters*, *De incremento musculorum. Diss. Bonnae* 1856; *O. Fick*, Ueber d. Anheft. d. Muskelf. an d. Sehnen. *Müll.* Arch. 1856. p. 425; *A. Rollett*, Ueber freie Enden quergestr. Muskelf. im Innern d. Muskeln, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1856. Juni; *Kölliker*, Entw. d. Muskelf. d. Batrachier u. d. Menschen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. p. 139. 141; *Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Medicin Bd. VIII. (1857) p. 226; *H. Munk*, in Gött. Nachr. 1858. Febr. und *De fibra musculari Berol.* 1859. *Diss.*; *Hyrtl*, in Oester. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1859. Nr. 8. (Gefässe der fibrösen Häute u. Sehnen); *W. Keferstein*, Ueb. d. feinern Bau d. quergestr. Muskeln v. *Petromyzon marinus*, *Müll.* Arch. 1859, p. 548; *W. Kühne*, in *Müll.* Arch. 1859. p. 314, 418, 564, Monatsber. d. Berl. Akad. 1859 Juli. p. 395 u. 493 und *Compt. rend.* 1861 *Febr.*; dann Ueber die per. Endorgane der motorischen Nerven. Leipz. 1862; *K. Reiser*, Die Einwirkung verschied. Reagentien auf den quergestreiften Muskelfaden, Zürich 1860. Diss.; *J. Budge*, Ueber die Fortpflanzung d. Muskeln, in *Moleschott's* Untersuch. Bd. VI. p. 40 und in *Virch.* Arch. XVII. p. 196 u. Das Wachsthum d. Muskeln, in *Henle's* Zeitschr. 1861. XI. p. 305; *Schaaffhausen*, in Ber. d. Versamml. d. d. Naturf. in Bonn. Bonn 1859. p. 193 (Nervenendigungen in Muskeln); *A. Weismann*, Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln, in Zeitschr. f. rat. Med. 1860. Bd. X. p. 263; *A. Fick*, Ueber die Längenverhältn. d. Skelettmuskelfasern, in *Molesch.* Unters. Bd. VII. p. 251; *Beale*, *On the distribution of the nerves to the fibres of striped muscle*, in *Phil. Transact.* 1860. *II. p.* 611. *London* 1861; *Kölliker*, Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. III. S. 1. (Nervenendigungen).

Vom Knochensysteme.

§. 92.

Das Knochensystem besteht aus einer grossen Anzahl harter Organe, den Knochen, *Ossa*, von eigenthümlichem, gleichförmigem Baue, welche theils unmittelbar, theils durch Hülfe anderer Gebilde, wie von Knorpeln,

Bändern, Gelenkcapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen, dem Knochengerüste oder Skelette, *Sceleton*, verbunden sind.

Das Knochengewebe tritt in den Knochen des Menschen hauptsächlich in zwei Formen auf, als festes und als schwammiges *(Substantia compacta et spongiosa)*. Ersteres ist nur scheinbar ganz fest und lässt schon für das blosse Auge enge, in verschiedener Richtung es durchziehende Kanälchen erkennen, zu denen die mikroskopische Untersuchung noch eine grosse Zahl feinerer beigesellt. Diese Gefässkanälchen oder *Havers*ischen Kanälchen (Markkanälchen der Autoren) fehlen in der schwammigen Substanz, man kann sagen, fast ganz und werden durch weitere, rundliche oder längliche, ohne Vergrösserung sichtbare, mit Mark (bei einigen Knochen durch Venen oder Nerven [Schnecke]) erfüllte Räume, die Markräume oder Markzellen *(Cancelli. Cellulae medullares)*, vertreten, welche, alle miteinander zusammenhängend, das in geringer Menge vorhandene, in Gestalt von Fasern, Blättchen und Bälkchen netzförmig verbundene Knochengewebe durchziehen. Sind die Räume grösser, so heisst die Substanz *Substantia cellularis*, sind sie kleiner *Substantia reticularis*. Letztere nähert sich an einigen Orten, wo ihre Lücken sehr enge, die Knochenbälkchen stärker werden, fester Knochensubstanz, ohne jedoch wirklich solche zu werden, und geht an anderen ohne scharfe Grenze in festes Gewebe über, was jedoch nicht beweist, dass beide Substanzen zusammengehören, sondern, wie die Entwickelungsgeschichte lehren wird, einfach davon herrührt, dass sehr häufig die spongiöse Substanz durch theilweise Auflösung compacter entsteht. — Der Antheil, den die beiden genannten Substanzen an der Bildung der verschiedenen Knochen und Knochentheile nehmen, ist ein sehr verschiedener. Nur an wenigen Orten findet sich feste Substanz für sich selbst ohne Gefässkanäle, so an der *Lamina papyracea* des Siebbeins, einigen Theilen des Thränen- und Gaumenbeins u. s. w., häufiger noch solche mit Gefässkanälchen ohne schwammiges Gewebe, wie bei manchen Individuen an den dünnsten Stellen des Schulterblattes, des *Os ilium*, der Hüftpfanne, der platten Schädelknochen *(Ala magna, parva, Proc. orbitalis Ossis frontis* etc.). Schwammiges Gewebe mit einer dünnen festen Rinde ohne Gefässkanälchen zeigen die Gehörknöchelchen, die überknorpelten Flächen aller Knochen, vielleicht auch kleinere schwammige Knochen. An allen andern, mithin an den meisten Orten finden sich beide Substanzen vereint, jedoch so, dass bald die schwammige Substanz vorwiegt (schwammige Knochen und Knochentheile), wie in den Wirbeln, Hand- und Fusswurzelknochen, bald die feste, wie in den Diaphysen der langen Knochen, oder beide sich so ziemlich das Gleichgewicht halten, wie in den platten Knochen.

§. 93.

Feinerer Bau des Knochengewebes. Das Knochengewebe besteht aus einer dichten, meist undeutlich geschichteten und von Gefässkanälen durchzogenen Grundsubstanz und vielen mikroskopischen kleinen Räumen, den Knochenhöhlen (Knochenkörperchen der Autoren) mit sehr feinen hohlen Ausläufern, den Knochenkanälchen, in denen besondere Zellen mit Ausläufern, die Knochenzellen, enthalten sind.

Die Gefässkanälchen der Knochen oder die *Havers*ischen Kanäle, *Canaliculi vasculosi s. Haversiani* (Markkanälchen, *Can. medullares* der Autoren) sind feine Röhrchen von 0,004—0,18''', im Mittel 0,01—0,05''' Breite, die mit Ausnahme der vorhin genannten Orte überall in der compacten Knochensubstanz sich finden und in derselben ein weitmaschiges, in der Form dem der Capillargefässe ähnliches Netz bilden. In den Röhrenknochen, auch in den Rippen, dem Schlüsselbeine, dem Scham- und Sitzbeine, dem Unterkiefer laufen sie vorzüglich der Längsaxe des Knochens parallel und zwar auf dem Flächen- wie auf dem senkrechten Längsschnitte in Abständen von 0,06—0,14''' und setzen sich durch quere oder schiefe, sowohl in der Richtung der Radien als der der Tangenten des Knochenquerschnittes verlaufende Aestchen in Verbindung. Man sieht daher bei kleinen Vergrösserungen in einem Flächen- oder senkrechten Längsschnitte eines solchen Knochens vorzüglich der Länge nach ziehende, gleichlaufende, nahe beisammengelegene Kanälchen hie und da mit Verbindungsästen, wodurch gestreckte, meist rechteckige Maschen entstehen, die in junger Knochensubstanz (Fig. 121) viel dichter stehen, als in fertigen Lagen (Fig. 127), und auf dem Querschnitte vorzüglich Querschnitte der Kanälchen, in ziemlich bestimmten kleinen Abständen (Fig. 122), hie und da, besonders häufig in jüngeren Knochen, mit einem tangential verlaufenden Verbindungsaste und einigen Verbindungen in der Richtung der Radien. Fötale und unentwickelte Knochen (bei Menschen

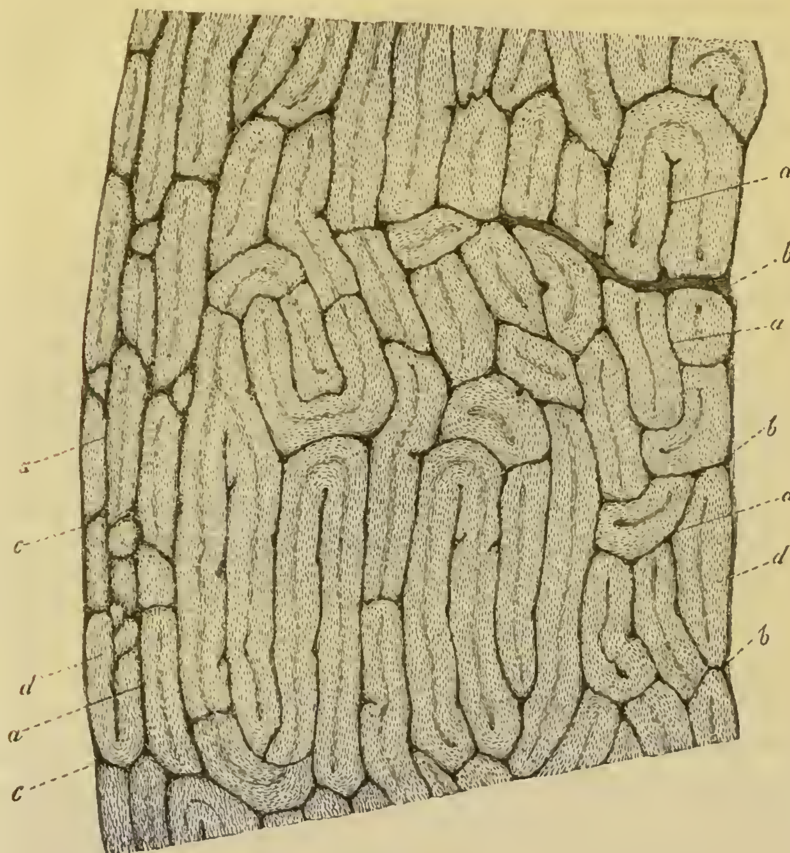


Fig. 120.

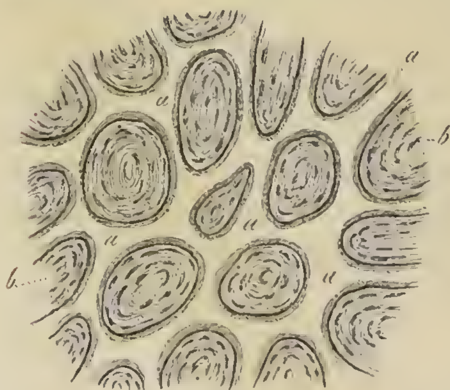


Fig. 121.

Fig. 120. Segment eines Querschliffes aus der Diaphyse des *Femur* eines 16jährigen Individuums, 25mal vergr. *a*. *Havers*ische Kanäle, *b*. Ausmündung derselben nach innen, *c*. nach aussen, *d*. Knochensubstanz mit Knochenhöhlen; Querschnitte von Gefässkanälchen und Grundlamellen sind hier keine da.

Fig. 121. *Havers*ische Kanälchen aus den oberflächlichen Schichten des *Femur* eines 16jährigen Individuums, mit Salzsäure behandelt, 60mal vergr. *a*. Kanäle, *b*. Knochensubstanz mit Knochenhöhlen.

noch bei 16jährigen) zeigen auf Querschnitten fast keine quergetroffenen, sondern vorzüglich wagerecht in der Richtung der Tangenten und der Radien verlaufende Kanälchen (Fig. 120), so dass die Knochen ganz aus kürzeren dicken Schichten zu bestehen scheinen, von denen jede bei näherer Betrachtung als immer zwei Kanälchen angehörend sich ergibt, welche Trennung auch durch eine blasse Mittellinie in jeder Schicht angedeutet ist.

In den platten Knochen verlaufen die Kanälchen die wenigsten in der Richtung der Dicke des Knochens, sondern fast alle seiner Oberfläche gleich und zwar meist in Linien, welche man als von einem Punkte (*Tuber parietale, frontale,* obere vordere Ecke der *Scapula*, Gelenktheil des Darmbeins) pinsel- oder sternförmig nach einer oder mehreren Seiten ausstrahlend sich denken kann, seltener, wie im Brustbein, alle einander gleich. — In den kurzen Knochen endlich ist es meist auch eine Richtung, welche vor der andern vorwiegt, so in den Wirbelkörpern die senkrechte, in der Hand- und Fusswurzel die Längsaxe der Extremität u. s. w., doch ist zu bemerken, dass stärkere Fortsätze dieser Knochen, z. B. die Wirbelfortsätze, oft abweichend und gerade wie die anderer Knochen, z. B. der *Proc. coracoideus, styloideus* etc., d. h. jeder wie ein kurzer Röhrenknochen sich verhalten. Die Blättchen, Fasern und Balken der spongiösen Substanz enthalten nur, wenn sie dicker sind, hie und da Gefässkanäle.

Da die *Havers*ischen Kanälchen Gefässkanälchen sind, öffnen sie sich an gewissen Orten und zwar 1) an der äussern Oberfläche der Knochen und 2) an den Wänden der Markhöhlen und Markräume im Innern, allwo man überall feine und gröbere, zum Theil mit blossem Auge sichtbare Oeffnungen und zwar um so zahlreicher, je dicker die Rinde eines Knochens ist, wahrnimmt. Das Verhältniss der Gefässkanälchen in der *Substantia compacta* zu diesen von aussen und innen eindringenden Kanälchen ist jedoch nur theilweise das, wie zwischen den Zweigen und Stämmen von Gefässen, nämlich nur in den äussersten und innersten Schichten der Rinde. Im Innern der Rinde stehen die Kanälchen selbständig für sich da und lassen sich in morphologischer Beziehung am passendsten mit einem Capillarnetze vergleichen, das an seinen Grenzen an vielen Stellen mit grösseren Kanälen in Zusammenhang steht. — Wo Rindensubstanz an schwammige Substanz anstösst, wie innen an den Enden der Diaphysen und im seitlichen Umfange der Apophysen, gehen die Gefässkanälchen bald plötzlich, bald ganz allmählich, trichterförmig weiter werdend und häufiger sich verbindend, in engere oder weitere Markräume über, so dass oft zwischen beiden keine scharfe Grenze sichtbar wird. Blinde Endigungen der Gefässkanälchen habe ich noch nirgends gesehen, doch ist sicher, dass dieselben an manchen Stellen auch an der Oberfläche auf grosse Strecken geschlossene Netze bilden müssen, nämlich da, wo keine oder sehr wenige Gefässe in die compacte Substanz eindringen, wie an den Ansatzstellen vieler Sehnen und Bänder, unter manchen Muskeln (*Temporalis*ursprung am Scheitelbein).

Unter dem Namen »*Haversian Spaces*«, Haversische Räume, beschreiben *Tomes* und *de Morgan* die unregelmässigen Räume, welche in jüngeren Knochen durch Auflösung schon gebildeter Knochensubstanz entstehen und statt von einfachen Blättern von einer gewissen Zahl mehr weniger zerstörter Lamellensysteme begrenzt sind und in Knochen jeden Alters sich finden (l. c. p. III. Tab. VI. Fig. 2—4). Wenn solche Räume später

wieder mit Knochenmasse sich füllen und in ein neues Lamellensystem sich umwandeln, so ist dann die äussere Begrenzung desselben unregelmässig, wie es meine Fig. 123 darstellt und wie man diess in der That bei vielen derselben findet.

§. 94.

Die Grundsubstanz der Knochen ist geschichtet und kommen die Knochenlamellen, *Laminae ossium* (Fig. 122) schon an Schliffen, noch deutlicher an der Kalkerde beraubten, an verwitterten und verbrannten (calcinirten) Knochen zum Vorschein, so dass dieselben sich abblättern und am Knochenknorpel auch mit der Pincette sich darstellen lassen. Dieselben bilden an den Mittelstücken von Röhrenknochen zwei Systeme, ein allgemeines, welches der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen gleich verläuft, und viele besondere, die die einzelnen *Havers*ischen Kanälchen umziehen, welche Systeme zwar an einigen Orten in unmittelbarem Zusammenhange

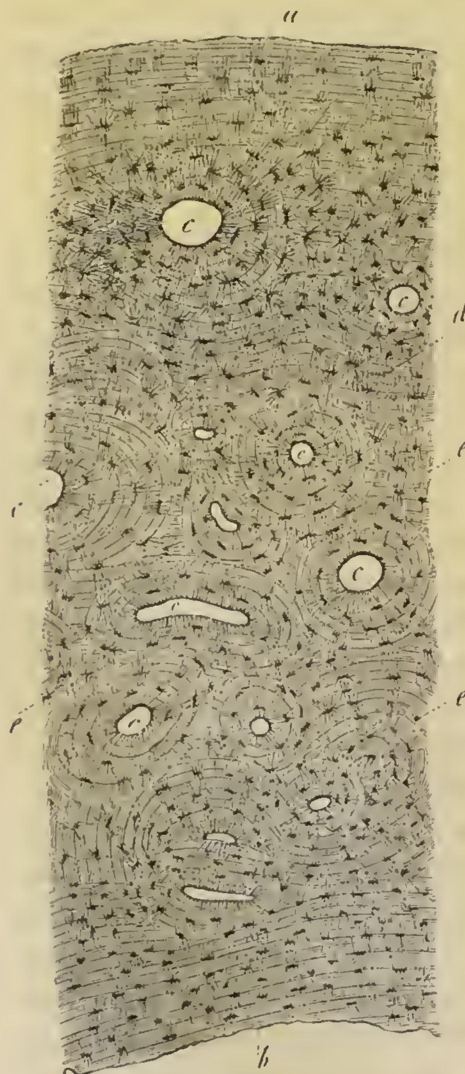


Fig. 122.



Fig. 123.

Fig. 122. Segment eines Querschliffes von einem menschlichen *Metacarpus* mit concentrirtem Terpentinöl behandelt, 90mal vergr. *a.* Aeussere Oberfläche des Knochens mit den äussern Grundlamellen. *b.* Innere Oberfläche gegen die Markhöhle mit den inneren Lamellen. *c. Havers*ische Kanälchen im Querschnitt mit ihren Lamellensystemen. *d.* Interstitielle Lamellen. *e.* Knochenhöhlen und ihre Ausläufer.

Fig. 123. Ein Stückchen eines Querschliffes der Diaphyse des *Humerus*, 350mal vergr., mit Terpentinöl. *a. Havers*ische Kanäle. *b.* Lamellensysteme derselben, jede Lamelle mit einem helleren und dunkleren Theile und radiären Streifen in letzterem. *c.* Dunklere Linien, die wahrscheinlich grössere Unterbrechungen in der Ablagerung der Knochensubstanz bezeichnen. *d.* Knochenhöhlen ohne sichtbare Strahlen. Nach einem Präparate von *H. Müller.*

stehen, aber doch an den meisten Stellen nur nebeneinander liegen und daher füglich als zweierlei betrachtet werden können, welche Auffassungsweise auch durch die Entwickelungsgeschichte theilweise unterstützt wird.

Die Lamellen der *Havers*ischen Kanälchen (Fig. 122 *c*, 123 *b*) stehen zu mehreren oder vielen ringförmig, jedoch nicht immer ganz um dieselben herum, bilden gleichsam deren Wandungen und hängen durchweg mit einander zusammen, in ähnlicher Weise, wie etwa die Schichten der Wände stärkerer Gefässe ineinander sich fortsetzen. Die Zahl der zu einem Kanälchen gehörenden Lamellen und die Gesammtdicke ihrer Lamellensysteme wechselt nicht unbedeutend. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die weitesten Kanäle dünne Wände, die von mittlerer Stärke dicke und die dünnsten wieder wenig mächtige Hüllen besitzen. Die dünnsten Wandungen, die ich überhaupt sah, betrugen 0,008—0,02‴, die dicksten 0,08—0,1‴. Die Dicke der Lamellen schwankt zwischen 0,002 und 0,005‴ und beträgt im Mittel 0,003—0,004‴; ihre Zahl ist in der Regel 8—15, geht aber einerseits bis zu 4 und 5, andrerseits bis zu 18—22.

Die Lamellen der *Havers*ischen Kanälchen kommen mit ihren Kanälchen bis an die innere und äussere Oberfläche der Diaphysen und stehen hier mit den schon erwähnten allgemeinen Lamellen, den Grundlamellen, *Laminae fundamentales* (Fig. 122), in Verbindung, die, wo sie gut entwickelt sind, was nicht in allen Knochen der Fall ist, eine äussere und eine innere Schicht bilden und sich auch ausserdem mehr weniger zwischen die einzelnen *Havers*ischen Lamellensysteme hineinziehen. Die erstern beiden Lagen, oder die äussern und innern Grundlamellen, laufen der äussern und innern Oberfläche des Knochens gleich, und wechseln, ohne dass sich eine bestimmte Regel erkennen lässt, in ihrer Dicke von 0,02 — 0,3‴, selbst 0,4‴. Die letzteren oder die interstitiellen Grundlamellen sieht man am deutlichsten, wo die oberflächlichen Grundlamellen entwickelt sind, mit diesen in theilweiser Verbindung und ihnen gleichlaufend von aussen und innen eine Strecke weit in die Dicke der Diaphyse eindringen und mit Massen von 0,02 — 0,12‴ zwischen die andern Lamellen sich einschieben (Fig. 122 *d*). Im Innern der *Subst. compacta* dagegen stehen beim Menschen die Systeme der *Havers*ischen Kanäle gewöhnlich so dicht, dass von besondern Lamellengruppen zwischen ihnen keine Rede ist, und ergibt sich, was als scheinbar der Oberfläche gleichlaufende Lamellen auf Querschnitten hier sich zeigt, fast immer als wagerecht verlaufenden Kanälchen angehörig; nur selten erscheinen auch hier deutlichere Zwischenmassen, wie diess bei Säugethieren Regel ist, welche jedoch mit *Tomes* und *de Morgan* am besten als Reste geschwundener *Havers*ischer Systeme betrachtet werden. Die Dicke der einzelnen Lamellen der eben beschriebenen Systeme ist wie bei denen der *Havers*ischen Kanäle und wechselt deren Zahl von 10—100.

Bisher war nur von den Diaphysen der langen Knochen die Rede. In den Apophysen der langen Knochen zeigt die dünne Rinde natürlich nur wenige Systeme *Havers*ischer Kanälchen, diese jedoch beschaffen wie anderwärts. Die äussern Grundlamellen sind spärlich, innen fehlen dieselben ganz wegen der hier befindlichen spongiösen Substanz. In dieser zeigen die sehr spärlichen *Havers*ischen Kanälchen ihre Lamellensysteme wie gewöhnlich nur dünn und der Rest besteht aus einem, je nach der Beschaffenheit des knöcher-

nen Netzwerkes, lamellösen und faserigen Gewebe, welches im Allgemeinen wie die Contouren der Markräume und Markzellen verläuft. Ebenso verhalten sich auch die platten und kurzen Knochen im Innern, während die Rinde derselben nur darin von derjenigen der langen Knochen abweicht, dass die Grundlamellen in den platten Knochen Blätter bilden, welche den beiden Flächen dieser Knochen gleich verlaufen. Die Dicke der Grundlamellen beträgt an Schädelknochen (Scheitelbein) bald innen und aussen gleichviel, nämlich 0,08—0,16''', bald fehlen dieselben an gefässreichen Orten stellenweise ganz und gehen die *Havers*ischen Lamellen fast bis zur Oberfläche.

Anlangend den feineren Bau der Knochenlamellen, so zeigt ein trockner, geglätteter, gehörig feiner Knochenschliff, am besten ein Querschliff, abgesehen von den Knochenhöhlen und Knochenkanälchen, in den meist nicht besonders deutlichen Lamellen in der Regel eine äusserst feine, jedoch sehr deutliche Punktirung, die nicht von querdurchschnittenen Kanälchen herrührt, wie neulich *Henle* und *Gerlach* muthmassten, so dass das ganze Knochengewebe granulirt und wie aus einzelnen sehr dicht stehenden, 0,0002''' grossen und blassen Körnchen zusammengesetzt erscheint (Fig. 124). — Setzt man zu einem Knochenschliffe Wasser oder eine leichte Zucker- oder Eiweisslösung, so wird derselbe in einen Zustand versetzt, den er wahrscheinlich auch im Leben darbietet. Die Lamellen treten (auf Quer- und senkrechten Schnitten) meist klar hervor und ihr körniges Ansehen ist ganz deutlich, jedoch nicht so rein ausgesprochen wie früher. Einmal nämlich zeigt sich neben den Körnchen noch eine dichte blasse Streifung, welche, von den mit Flüssigkeit erfüllten Ausläufern der Knochenhöhlen herrührend, in verschiedenen Richtungen durch das Gewebe zieht und dessen Zeichnung verwickelter macht, und dann erscheinen in jeder Lamelle wie zwei Schichten, eine blasse, mehr gleichartige und eine dunklere, körnige, welche letztere auch vorzugsweise streifig ist. Ist dieses Verhältniss klar ausgesprochen, so entstehen äusserst zierliche Bilder, welche an die Durchschnitte gewisser Harnsteine erinnern (Fig. 123). Kennt man dieses Verhältniss einmal von befeuchteten Schliffen her, so gelingt es dann auch hie und da Andeutungen davon in trocknen Präparaten zu finden. Behandelt man einen Knochen mit Salzsäure, so zeigt derselbe auf Quer- und senkrechten Schnitten minder deutliche Körnchen und Streifen (von den Knochenkanälchen herrührend), wohl aber den lamellösen Bau recht deutlich, und meist auch an jeder Lamelle zwei Schichten, jedoch lange nicht so ausgeprägt wie in Fig. 123. Auf Flächenschnitten erscheint der Knochen an vielen Stellen fast ganz gleichartig ohne Spur von Körnchen, an andern treten ein undeutliches körniges Wesen, kleine Pünktchen *(Deutsch)*

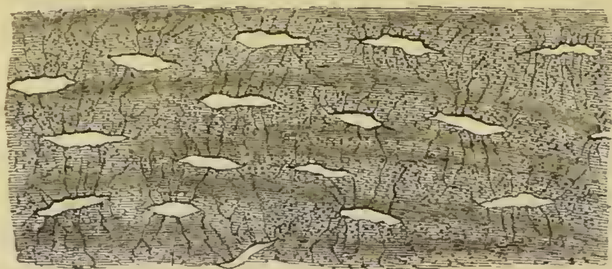


Fig. 124.

Fig. 124. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffchens von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b*. granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

und daneben noch eine Längsstreifung auf, welche letztere dem Ganzen ein faseriges Ansehen gibt. In der That schreibt auch *Sharpey* den Knochen eine Zusammensetzung aus sich kreuzenden Fäserchen zu und habe ich bei ihm Präparate gesehen, die dieselben sehr deutlich zeigen. Ausserdem erscheint und zwar besonders am Knochenknorpel der *Subst. compacta* ein grobfaseriges Ansehen, das vielleicht von den Faserbündeln des früheren Blastemes herrührt; doch hüte man sich Längsschnitte von Lamellen für solche Fasern zu halten. Verbrennt man Knochen und zerdrückt man die Bruchstücke davon, so kommen nach *Tomes* kleine eckige Körnchen zum Vorschein, von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{6}$ des Durchm. menschlicher Blutkörperchen nach *Tomes*, $\frac{1}{6000}$—$\frac{1}{14000}''$ nach *Todd-Bowman*, welche auch beim Kochen derselben im Papinianischen Topfe deutlich werden. Hierauf und auf das granulirte Ansehen frischer Knochen, auf das auch *Tomes* und *Todd-Bowman* aufmerksam machen, ferner auf die ungefähr gleiche Grösse der hier zu sehenden Körnchen mit den von *Tomes* dargestellten, endlich auf den Umstand, dass mit Salzsäure behandelte und calcinirte Knochen beide ein vollkommen gleichartiges Gewebe ohne Lücken darstellen, lässt sich annehmen, dass das Knochengewebe aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest verbundener feiner Körnchen besteht.

Nach *Tomes* und *de Morgan* sind manchmal mehrere Haversische Lamellensysteme von gemeinschaftlichen Lamellen rings umgeben und bilden ein zusammengesetztes System (l. c. Tab. VI. Fig. 5). Im Jahre 1856 beschrieb *Sharpey* (*Quain's Anatomy* 6. *Ed. p. CXX.*) aus den Knochen des Menschen und der Säuger unter dem Namen der »*perforating fibres*« eigenthümliche, die Knochenlamellen senkrecht durchsetzende Fasergebilde, welche an mit Salzsäure behandelten Knochen durch Zerzupfen der Lamellen auf längere Strecken darzustellen sind und dann als Fasern oder besser Faserbündel von verschiedener Länge meist mit zugespitzten Enden erscheinen. Diese Bildungen, die ich die *Sharpey*'schen Fasern nenne, sind leicht zu bestätigen und hat vor Kurzem *H. Müller* ihre Eigenthümlichkeiten beim Menschen und bei Säugern weiter verfolgt (l. c.), während von mir ihre grosse Verbreitung bei den Fischen und ihr Vorkommen auch bei Amphibien nachgewiesen wurde. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf unsere beiden Abhandlungen, sowie auf eine Notiz von *Lieberkühn* (Berl. Monatsber. 1861. p. 517) und bemerke hier nur noch, dass meinen Erfahrungen zufolge die *Sharpey*'schen Fasern **Bindegewebsbündel** sind, die mehr weniger vollständig verkalkt sind und mit weichen Bindegewebsbündeln im Perioste zusammenhängen. An Schliffen sieht man an der Stelle derselben manchmal feine unregelmässige Röhrchen und Büschel stehen, die von *Williamson* unter dem Namen *lepidine tubes* als ganz besondere Bildungen beschrieben wurden, jedoch nichts als Lücken in oder neben den *Sharpey*'schen Fasern sind. Beim Men-

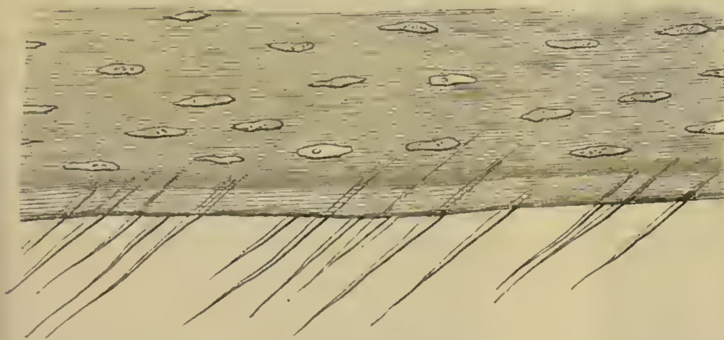


Fig. 125.

Fig. 125. Einige Knochenlamellen vom Oberschenkel des Hasen mit *Sharpey*'schen Fasern, die aus den folgenden Lamellen herausgezogen sind. Man erkennt deren Fortsetzungen in den Lamellen. Der Inhalt der Knochenhöhlen ist nicht dargestellt. Salzsäurepräparat. 350mal vergr.

schen finden sich die *Sharpey*'schen Fasern nach *H. Müller* fast nur in Periostablagerungen und auch hier in sehr wechselnder Menge, so dass ihre Bedeutung offenbar keine grössere ist. — Die Länge der Fasern beträgt hier bis zu 3 Mm. und die Dicke meist 0,002—0,005 Mm., aber auch bis zu 0,015 Mm. (*H. Müller.*)

§. 95.

Knochenhöhlen und Knochenkanälchen, *Lacunae et Canaliculi ossium.* Durch die ganze Knochensubstanz zerstreut, in allen Lamellen sieht man an trocknen Knochenschliffen mikroskopische, kürbiskernartige Körperchen mit vielen feinen verästelten und zum Theil zusammenhängenden Strahlen, welche ihre dunkle, bei auffallendem Lichte weisse Farbe nicht Ablagerungen von Kalksalzen verdanken, wie man früher glaubte, wo man dieselben Knochen- oder Kalkkörperchen nannte, sondern einfach einer Füllung mit Luft. In frischen Knochen findet man in jeder Knochenhöhle eine sie ganz erfüllende zartwandige Zelle mit hellem Inhalte und einem Kerne, welche mit vielen feinen Ausläufern in die Knochenkanälchen sich erstreckt und mit ähnlichen Ausläufern benachbarter Zellen sich verbindet. Ich nenne diese Zellen ihrem Entdecker zu Ehren die *Virchow*'schen Knochenzellen und werde weiter unten noch ihre grosse physiologische Bedeutung erörtern.

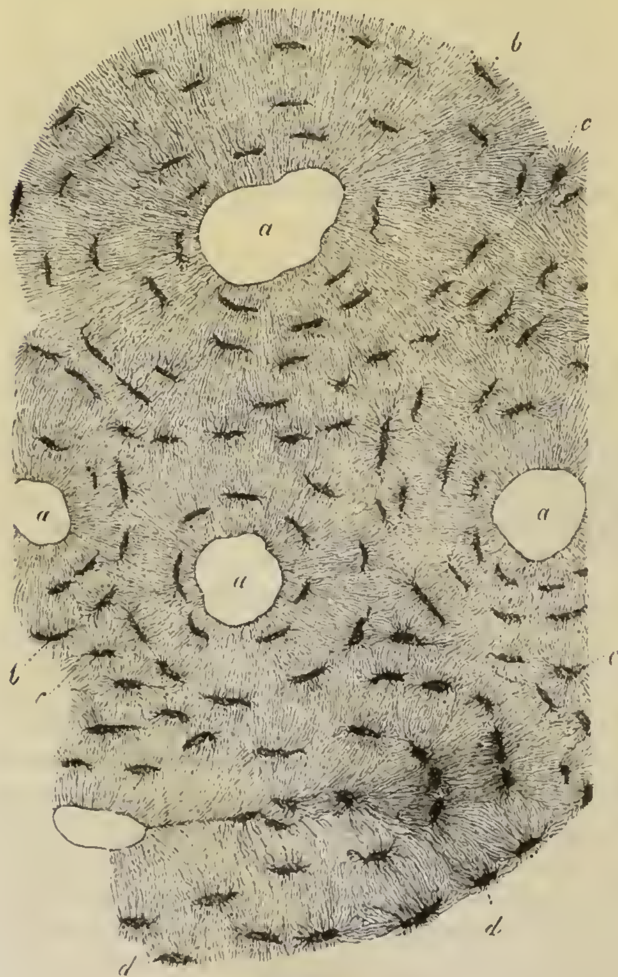


Fig. 126.

Obschon die *Virchow*'schen Zellen eigentlich das Bedeutungsvollere sind, so wird doch in der folgenden Beschreibung mehr von den sie genau umschliessenden Knochenhöhlen die Rede sein, weil diese an den Knochen, die man gewöhnlich untersucht, fast allein in die Augen springen. Dieselben sind länglich runde, abgeplattete Räume von 0,01—0,024‴ Länge, 0,003—0,006‴ Breite und 0,002—0,004‴ Dicke, die sowohl von den Rändern als und namentlich von den Flächen eine grosse Zahl von sehr feinen, 0,0005—0.0008‴ messenden Kanälchen, die erwähnten Knochenkanälchen, abgeben (Fig. 126, 127 und 128). Die Knochenhöhlen sind in den beiderlei beschriebenen Lamellensystemen gleich zahlreich und so dicht aneinander gelagert, dass nach *Harting* (l. c. p. 78)

Fig. 126. Aus einem Querschliffe der Diaphyse des *Humerus*, 350mal vergr. *a.* Haversische Kanäle. *b.* Knochenhöhlen mit ihren Kanälen in den Lamellen derselben. *c.* Knochenhöhlen der interstitiellen Lamellen. *d.* Solche mit einseitig abgehenden Strahlen an der Oberfläche Haversischer Systeme.

auf 1 □ mm 709 — 1120, im Mittel 910 derselben kommen. Sie liegen meist in den Lamellen drin, aber auch zwischen denselben, und stehen ohne Ausnahme mit ihren breiten Seiten den Oberflächen der Lamellen gleich. Die von ihnen ausgehenden Kanälchen durchsetzen in unregelmässigem, oft zierlich gebogenem Verlaufe und mehrfach verästelt die Knochensubstanz nach allen Richtungen, gehen jedoch vorzüglich einerseits von den zwei Flächen der Knochenhöhlen aus gerade durch die Lamellen und zweitens mit den *Havers*ischen Kanälchen gleichlaufend von den beiden Polen der Höhlen ab. Nur an gewissen kleinen Stellen enden dieselben blind, an allen andern Orten verbindet sich ein Theil von ihnen auf's mannichfachste mit den Poren benachbarter Höhlen, während ein anderer Theil in die Gefässkanälchen, in die Markhöhle und in die Markräume der *Subst. spongiosa* einmündet oder an der Oberfläche des Knochens frei ausgeht. So entsteht ein die ganze Knochensubstanz durchziehendes zusammenhängendes System von Lücken und Kanälchen, durch welches vermittelst der in denselben befindlichen *Virchow*'schen Zellen der aus den Knochengefässen ausgeschiedene Nahrungssaft auch ins dichteste Gewebe hineingeleitet wird.

Die Knochenhöhlen und ihre Kanälchen verhalten sich nicht in allen Theilen der Knochen ganz auf dieselbe Weise. In den Lamellensystemen der Haversischen Kanälchen sind auf dem Querschnitte die länglichen Höhlen ihrer Krümmung wegen wie ringförmig angeordnet und ihre ausnehmend zahlreichen Poren bedingen eine sehr dichte, strahlige, von dem Gefässkanale ausgehende Streifung (Fig. 126). Die Höhlen sind bald äusserst zahlreich, bald spärlicher; im ersteren Falle sind sie meist ziemlich regelmässig abwechselnd oder in der Richtung der Durchmesser der Lamellensysteme hintereinander gelagert, manchmal aber auch sehr regellos gestellt, haufenweise beisammen (siehe den unteren Theil von Fig. 126) oder durch grössere Zwischenräume getrennt. Auf Flächen- und Längsschnitten (Fig. 127) sieht man einmal, wenn der Schnitt mitten durch ein *Havers*isches Kanälchen geht, die Höhlen als schmale, lange Gebilde reihenweise hintereinander und in mehrfachen Lagen den Kanälchen gleich mit ebenfalls zahlreichen Poren, die vorzüglich gerade nach innen und aussen (also quer durch die Lamellen), einem kleineren Theile nach der Längsaxe der Kanäle

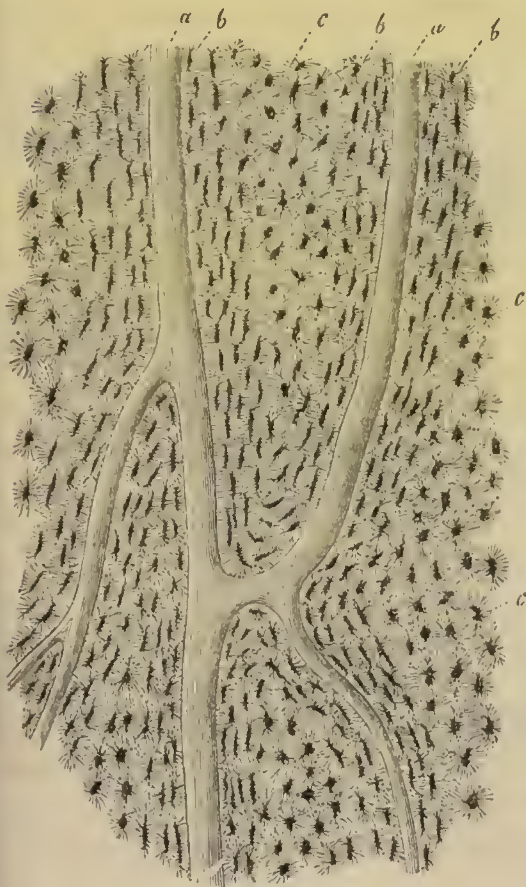


Fig. 127.

Fig. 127. Flächenschliff aus der Diaphyse eines menschlichen *Femur*, 100mal vergr. *a.* Gefässkanälchen, *b.* Knochenhöhlen von der Seite, zu den Lamellen derselben gehörend. *c.* solche von der Fläche, aus der Fläche nach angeschliffenen Lamellen.

gleich abgehen. Trifft der Schnitt die Oberfläche eines Lamellensystemes, so bieten sich die Höhlen von der Fläche dar und erscheinen dann von sehr zierlicher Gestalt, rundlich oder länglichrund (Fig. 127 *c* und 128), unregelmässig begrenzt mit einem ganzen Büschel von Poren, die gerade dem Beobachter sich zuwenden und daher mehr oder weniger verkürzt erscheinen, und einer geringeren Anzahl anderer, die in der Fläche der Lamellen sich ausbreiten. Hie und da sieht man auch in den dünnsten Stellen eines Schliffes ein Büschel quer durchschnittener Poren, ohne die dazu gehörige Höhle, was dann denselben ein siebförmiges Ansehen gibt. Die innersten Höhlen eines *Havers*ischen Systems senden die von ihrer innern Fläche ausgehenden Kanälchen Alle nach dem *Havers*ischen Kanale hin und münden durch sie in denselben aus, wie man auf feinen senkrechten und queren Schliffen mit Luft gefüllter Knochen und an den Wänden der Länge nach angeschliffener Markkanäle deutlich sieht. Von den Rändern und von der äussern Fläche derselben gehen andere Kanälchen ab, welche vielleicht hie und da blind enden, vorzüglich aber mit denen der benachbarten, namentlich äusseren Höhlen zusammenmünden. So zieht sich, indem auch die folgenden Höhlen alle miteinander sich verbinden, das Netz von Kanälchen und Lacunen bis zur äussersten Lamelle des Systemes, woselbst die Höhlen entweder mit denen benachbarter Systeme oder interstitieller Lamellen sich verbinden oder für sich enden, in welch letzterem Falle (Fig. 126 *d*) ihre Poren Alle oder wenigstens die meisten und die längsten nach innen, d. h. nach dem Gefässkanälchen zu, von dem die Ernährungsflüssigkeit herkommt, abgehen.

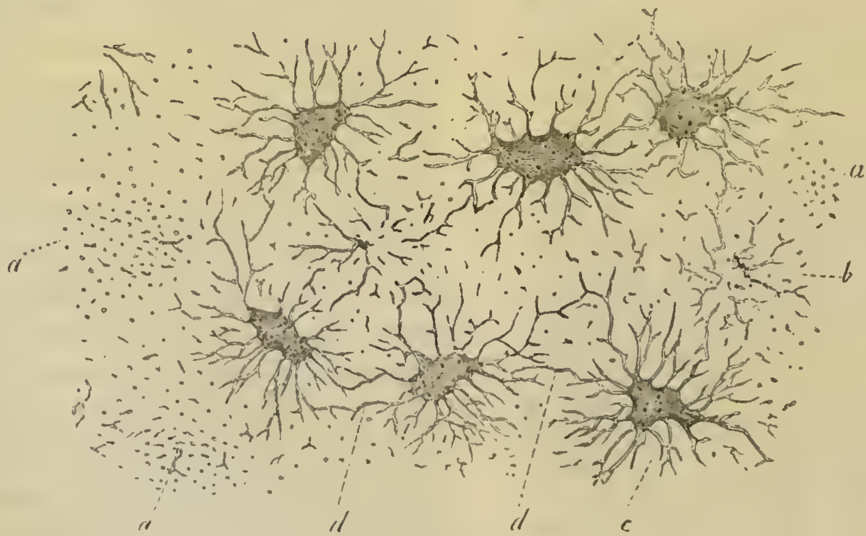


Fig. 128.

In der interstitiellen Knochensubstanz zwischen den *Havers*ischen Systemen stehen, wenn dieselbe in geringer Menge da ist, die spärlichen, oft nur zu 1—3 vorhandenen Knochenhöhlen mehr unregelmässig und haben auch eine mehr rundliche Gestalt (Fig. 126 *c*); ist dieselbe deutlich blätterig und massenhafter, so liegen die Höhlen auch geordneter mit ihren Flächen denen der Lamellen gleich. Auch die Poren dieser Höhlen verbinden

Fig. 128. Knochenhöhlen von der Fläche mit den Knochenkanälchen, aus dem Scheitelbeine, 450mal vergr. Die Pünktchen auf den Höhlen oder zwischen denselben gehören durchschnittenen Kanälchen an, oder sind die Mündungen solcher in die Höhlen. *aaa.* Gruppen von Querschnitten von Kanälchen, je zu einer Höhle gehörend, die durch den Schliff zerstört wurde.

sich unter einander und mit denen benachbarter Systeme. In den äusseren und inneren Grundlamellen endlich stehen die Höhlen alle mit ihren Flächen den Flächen der Lamellen gleich und demnach meist nach innen und aussen gewendet. Auf Querschnitten erscheinen sie gerade wie die der *Havers*-ischen Systeme, nur, mit Ausnahme der kleinsten Röhrenknochen, wenig oder fast gar nicht gekrümmt. Senkrechte und Flächenschnitte verhalten sich, wie schon oben beschrieben, mit der Beschränkung jedoch, dass man hier natürlich eine grössere Zahl von Höhlen von der Fläche beisammen sieht und auch das schon erwähnte siebförmige Ansehen, das den Knochen viele Aehnlichkeit mit gewissen Zahnschliffen gibt (Fig. 128), häufiger beobachtet. Die Kanälchen dieser Lamellen münden zum Theil wie gewöhnlich mit einander zusammen, zum Theil gehen sie an der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen frei aus (Fig. 129). Wo Sehnen und Bänder an Knochen sich ansetzen, stehen vielleicht die Kanälchen der äussersten Knochenhöhlen mit den angrenzenden Saftzellen in Verbindung oder enden blind, ein Verhältniss, das auf jeden Fall an den überknorpelten Knochenstellen (Gelenkenden, Rippen, Wirbelkörperoberflächen etc.) sich findet. In den Balken, Fasern und Blättern der spongiösen Substanz haben die Knochenhöhlen alle möglichen Richtungen, stehen jedoch mit ihrer Längsaxe derjenigen der Fasern, Balken etc. meist gleich und mit ihren Flächen nach den Markräumen zu gerichtet. Sie verbinden sich auch hier durch ihre Kanälchen und gehen die äussersten mit denselben frei in die Markräume ein.

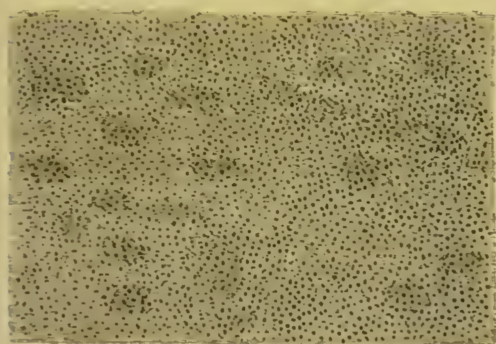


Fig. 129.

Mit Bezug auf den Inhalt der Knochenhöhlen so fanden *Donders* und ich, dass derselbe eine helle, wahrscheinlich zähe Flüssigkeit (*Cytoplasma*) mit einem Zellenkerne ist. Kocht man nämlich Knochenknorpel in Wasser oder in *Natron causticum* 1—3 Minuten, so treten diese Kerne oft sehr deutlich hervor, oder erscheinen dunkle Körperchen, die als zusammengezogener Zelleninhalt sammt dem Kern, analog den Knorpelkörperchen, anzusehen sind. Hierauf gelang dann *Virchow* (s. Würzb. Verh. I. Nr. 13) die Entdeckung, dass durch Erweichen von Knochen in Salzsäure die Knochenhöhlen und Kanälchen als sternförmige Zellen einzeln sich darstellen lassen, eine Thatsache, die obschon von mir, *Hoppe*, *Brandt*, *Gerlach* und *Förster* bestätigt, doch in neuester Zeit auch Zweifler fand (*Henle*), wie ich glaube mit Unrecht. Wie *Förster* so stelle auch ich durch Salpetersäure (oder Salzsäure) und Glycerin die Zellen mit prachtvollen Ausläufern dar, an denen selbst die Kerne noch sichtbar sind. Die *Virchow*'schen Knochenzellen sind gleich zu setzen den Primordialschläuchen der Zellen des verknöchernden Knorpels und den Bindegewebskörperchen der innersten knochenerzeugenden Periostschichten, während die Knochen-

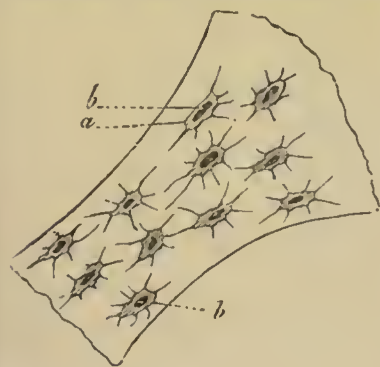


Fig. 130.

Fig. 129. Ein Stückchen der Oberfläche des Schienbeines des Kalbes von Aussen gesehen, 350mal vergr. Die vielen Pünktchen sind die Oeffnungen der Knochenkanälchen, die dunklen grösseren undeutlichen Flecken die aus der Tiefe durchscheinenden zu ihnen gehörenden Knochenhöhlen.

Fig. 130. Eine Knochenfaser aus einer Apophyse mit deutlich sichtbaren *Virchow*'schen Knochenzellen und deren Kernen. Mit Wasser gekocht und 350mal vergr.

höhlen einfach Lücken in der verknöcherten Grundsubstanz darstellen. — Im Pferdecement isoliren sich durch Maceration in Salzsäure, wie ich finde, die Knochenzellen mit einer äusseren capselartigen dicken Hülle, deren Bedeutung noch nicht klar ist.

Tomes und *de Morgan* beschreiben in den oberflächlichen Lamellen der Knochen besondere Kanälchen. Lange Röhrchen ziehen in Bündeln oder einzeln mehr weniger schief von der Oberfläche gegen das Innere des Knochens und sind, wenn länger, manchmal ein oder zweimal unter einem spitzen Winkel gebogen. Mir scheinen diese nicht gerade häufig vorkommenden Kanälchen, die ich von Präparaten dieser Autoren kenne, und die nach ihnen besondere Wandungen haben und mit den Knochenkanälchen zusammenhängen, mit den weiter unten abgebildeten Röhrchen im Cement in eine Linie gestellt werden zu müssen und nach *H. Müller* wären dieselben nicht verkalkte *perforating fibres*. — Dieselben Verfasser schildern unter dem Namen »ossificirte Knochenzellen« Knochenhöhlen, welche von ossificirten Capseln umgeben sind, ähnlich denen aus dem Cemente des Pferdezahnes; dieselben sollen besonders in den Knochen alter Leute vorkommen und nach dem Erweichen derselben in den Markräumen in Menge als ein weisses Pulver gefunden werden, aber auch bei jüngern Leuten nicht ganz fehlen (l. c. Tab. VII. Fig. 5). — An mit Salzsäure ausgezogenen Röhrenknochen junger Thiere sieht *Harting* an feinen Querschnitten besondere Faserzellen (Knochenzellen, ich), mit 2—4 Ausläufern, welche die äussersten Lamellen benachbarter *Havers*ischer Systeme verbinden und an Schliffen lange luftführende Höhlen bilden (*Het Mikr. IV. p. 289. Tab. III. Fig. 44*).

§. 96.

Beinhaut, *Periosteum*. Unter den Weichtheilen der Knochen ist die Beinhaut einer der wichtigsten. Dieselbe ist eine durchscheinende oder mehr undurchsichtige, leicht glänzende oder weissgelbliche, gefässreiche, dehnbare Haut, welche einen guten Theil der Oberfläche der Knochen überzieht und durch die vielen Gefässe, welche sie in das Innere derselben entsendet, für ihre Ernährung von der grössten Wichtigkeit ist. So lange die Knochen wachsen, ist sie es, die durch fortgesetzte Wucherung und Verknöcherung ihrer innersten Lage das Dickenwachsthum der Knochen besorgt und beim Erwachsenen ist sie wenigstens in krankhaften Fällen als knochenerzeugende Schicht thätig.

Die Beinhaut ist nicht überall gleich beschaffen; undurchsichtig, dick und meist sehnig glänzend ist sie da, wo sie nur von der Haut bedeckt ist oder fibröse Theile, wie Bänder, Sehnen, Fascien, die *Dura mater cerebri* mit ihr zusammenhängen; dünn und durchscheinend dagegen, wo Muskelfasern ohne Vermittlung von Sehnen unmittelbar von ihr herkommen, ferner an den Diaphysen, wo die Muskeln auf den Knochen nur aufliegen, an der Aussenseite des Schädels *(Pericranium)*, im Wirbelkanale, in der Augenhöhle *(Periorbita)*. Wo Schleimhäute auf Knochen aufliegen, ist die Knochenhaut meist sehr fest mit der bindegewebigen Grundlage derselben vereint, so dass beide nicht von einander zu trennen sind und eine einzige dickere (am Gaumen, in der Nasenhöhle, an den Alveolen) oder dünnere *(Sinus maxillaris*, Paukenhöhle, *Cellulae ethmoidales)* Haut entsteht.

Die Vereinigung des Periostes mit den Knochen selbst ist bald lockerer und kommt durch einfache Aneinanderlagerung und durch zartere in den Knochen eindringende Gefässe zu Stande, oder inniger und wird durch stärkere Gefässe und Nerven und viele sehnige Streifen bewirkt. Ersteres findet sich vorzüglich bei dünnem Perioste und fester Substanz der Knochen, wie an den Diaphysen, innen und aussen am Schädeldache, an den Sinus des Schä-

dels, letzteres bei dickem Perioste und dünner *Subst. compacta*, so z. B. an den Apophysen, bei kurzen Knochen, am Gaumen, an der Schädelbasis.

Den feineren Bau der Beinhaut anlangend, so zeigt dieselbe fast überall, mit einziger Ausnahme der Stellen, wo Muskeln unmittelbar von ihr entspringen, zwei Lagen, die zwar fest mit einander zusammenhängen, aber doch durch ihren Bau mehr oder minder deutlich sich unterscheiden. Die äussere Lage wird vorzüglich von Bindegewebe hie und da mit Fettzellen gebildet und ist der Hauptsitz der dem Perioste eigenen Gefässe und Nerven, während in der inneren Schicht elastische Fasern, gewöhnlich der feineren Art, zusammenhängende oft sehr dichte Netze in mehreren Lagen übereinander bilden und das Bindegewebe mehr zurücktritt. Nerven und Gefässe kommen in dieser Lage auch vor, allein mehr nur als durchtretende, für den Knochen selbst bestimmte. Ausserdem findet sich, worauf *Ollier* in neuester Zeit aufmerksam gemacht hat, an der Innenseite der Beinhaut auch beim ausgebildeten Thiere eine dünne Lage (*Blastème sous-périostal Ollier*) einer Schicht, die derjenigen entspricht, von der beim wachsenden Geschöpfe das Dickenwachsthum der Knochen ausgeht, eine Angabe, die ich für den Menschen und die Säuger bestätigen kann, nur dass diese Lage, die dicht stehende rundliche Zellen enthält, nicht beständig ist.

§. 97.

Knochenmark. Fast alle grösseren Hohlräume in den Knochen werden von einer weichen, durchscheinenden, gelblichen oder röthlichen, gefässreichen Masse, dem Knochenmarke, *Medulla ossium*, eingenommen. In den Röhrenknochen findet sich dasselbe in dem Markkanale und in den Räumen der Apophysen, fehlt dagegen in der festen Substanz ausser an den grossen Gefässen derselben; platte und kurze Knochen verhalten sich ebenso, nur enthält die Diploe der platten Schädelknochen neben dem Marke auch grössere Venen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Dem Gesagten zufolge enthalten diese Venenräume, die *Canales nutritii*, Haversischen Kanäle und die oben bezeichneten Nervenkanäle und Lufträume der Knochen kein Mark.

Das Knochenmark erscheint in zwei Formen, als gelbes und rothes. Ersteres findet sich als eine halbweiche Masse, besonders in den langen Knochen und besteht nach *Berzelius* im Humerus des Ochsen aus 96,0 Fett. 1,0 Bindegewebe und Gefässe, 3,0 Flüssigkeit mit Extracten, wie sie im Fleische sich finden, während letzteres in den Apophysen, in den platten und kurzen Knochen, vor Allem in den Wirbelkörpern, der Schädelbasis, dem Brustbeine etc. vorkommt und ausser durch seine röthliche oder rothe Farbe und geringe Festigkeit, auch durch seine chemische Beschaffenheit sich auszeichnet, indem dasselbe nach *Berzelius* in der Diploe 75,0 Wasser, 25,0 feste Substanz und zwar Eiweiss, Faserstoff, Extracte und Salze, ähnlich denen des Fleisches, und Fett nur in Spuren führt. Den Bau anlangend, so finden sich im Marke, abgesehen von Gefässen und Nerven, Bindegewebe, Fettzellen, freies Fett, eine Flüssigkeit, so wie endlich besondere kleinere Zellen, Markzellen. Bindegewebe und Fett sind überall zu treffen, jedoch in sehr verschiedenen Mengen. Das erstere ist an der Oberfläche der

grossen Markmassen der Diaphysen etwas fester, kann jedoch nur uneigentlich als Markhaut, *Membrana medullaris (Endosteum, Periosteum internum*, innere Beinhaut) bezeichnet werden, da dasselbe nicht als zusammenhängende Haut sich ablösen lässt. Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen desselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes (siehe §. 28), jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastischen Fasern. Fettzellen von 0,016—0,032''', nicht selten mit einem deutlichen Kerne, trifft man in grosser Menge in gelbem dichterem Marke, ebenso häufig wie im *Panniculus adiposus*, aber meist nicht zu besonderen Läppchen vereint. In zerfliessendem röthlichem Marke wird man sie spärlicher gewahr und in der rothen Pulpe der Wirbelkörper und der platten Schädelknochen zeigen sie sich nur in ganz kleinen spärlichen Häufchen oder ganz vereinzelt, daher die geringe Menge des Fettes in der Diploe nach *Berzelius*. In wassersüchtigem Marke sind diese Zellen oft nur zur Hälfte mit Fett, einem oder mehreren Tröpfchen, gefüllt und ausserdem viel Serum haltend, und bei Hyperämie der Knochen erscheinen sie zum Theil verkleinert, zum Theil spindelförmig ausgezogen. Freie Fetttröpfchen und eine helle oder gelbliche Flüssigkeit sieht man in den weicheren Arten des Markes wohl immer, oft in ziemlicher Menge. Dass die ersteren nicht durch die Präparation aus Zellen frei geworden sind, davon überzeugt man sich leicht, dagegen muss es dahingestellt bleiben, ob dieselben von zu Grunde gegangenen Zellen herrühren oder nicht. Endlich findet man zugleich mit etwas Flüssigkeit in allem rothen oder selbst nur röthlichen Marke, in reingelbem dagegen nur hie und da an der Oberfläche desselben (*Luschka*), kleine, rundliche, kernhaltige, selten gefärbte Zellen, ganz ähnlich denen von jungem Knochenmark. Diese Markzellen stimmen zwar mit denen überein, welche *Hasse* und ich (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. V) in hyperämischem röthlichem Marke von Gelenkenden langer Knochen gefunden haben, sind aber nichts destoweniger in den Wirbeln, den Knochen des eigentlichen Schädels, im Brustbeine und in den Rippen eine regelrechte Erscheinung, wogegen sie in den langen und kurzen Knochen der Glieder grösstentheils fehlen und in der *Scapula*, im *Os innominatum* und in den Gesichtsknochen in wechselnder Anzahl sich zu finden scheinen.

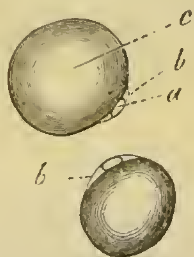


Fig. 131.

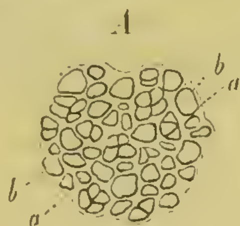
§. 98.

Verbindungen der Knochen. *A. Synarthrosis*, Verbindung ohne Gelenke. 1) Bei der Naht, *Sutura*, vereinen sich die Knochen durch einen ganz schmalen häutigen weisslichen Streifen, den manche Schriftsteller fälschlich mit dem Namen Nahtknorpel (*Cartilago suturarum*) belegen. Derselbe ist einfach aus Bindegewebe gebildet, das ähnlich demjenigen der Bänder mit

Fig. 131. Zwei Fettzellen aus dem Marke des *Femur* des Menschen. *a*. Kerne, *b*. Zellenmembran, *c*. Fetttropfen, 350mal vergr.

gleichlaufenden kurzen Bündeln von einem Knochenrande zum andern geht, und einzig durch die Anwesenheit von vielen kurzen und unregelmässigen, meist länglichen Saftzellen sich auszeichnet. Sehr deutlich ist dieses Nahtband, wie man es nennen könnte, so lange die Schädelknochen noch wachsen und auch dannzumal weicher und eigenthümlich beschaffen (siehe unten). Mit der Ausbildung des Schädels schwindet dasselbe immer mehr, wird fester und scheint im höheren Alter an vielen Orten, namentlich an den inneren Theilen der Nähte, selbst vor dem völligen Verschwinden derselben, ganz sich zu verlieren.

2) Die Bandverbindung, *Syndesmosis*, kommt durch fibröse und elastische Bänder zu Stande. Die fibrösen Bänder bilden die Mehrzahl der Bänder, sind weiss und glänzend und stimmen in ihrem Baue zum Theil mit den Aponeurosen und Muskelbändern, zum Theil mit den wirklichen Sehnen überein. Elastische Bänder (Fig. 132) sind die *Ligamenta flava* zwischen den Wirbelbogen und das *Ligam. nuchae*, das jedoch beim Menschen bei weitem nicht so entwickelt ist, wie das der Säuger. Die *Ligam. flava* sind gelbliche, sehr elastische, starke Bänder, deren elastische Elemente in Gestalt 0,0015—0,004‴ dicker, rundlich polygonaler Fasern zu einem dichten Netzwerk vereinigt der Längsaxe der Wirbelsäule gleich ziehen und das längsgefaserte Ansehen der Bänder bewirken. Zwischen diesen Fasern, die weder in Bündeln, noch Lamellen beisammenliegen, sondern in der ganzen Dicke eines gelben Bandes zusammenhängen, findet sich ein im Ganzen genommen spärliches, doch in jedem Präparate nachzuweisendes Bindegewebe in Gestalt lockerer Bündel mit welligem, der Hauptrichtung der elastischen Fasern parallelem Verlaufe. Nach *Todd* und *Bowman* (p. 72) sind auch das *Ligamentum stylohyoideum*. und *Lig. laterale internum maxillae inferioris* vorzugsweise aus stärkeren elastischen Fasern gebildet.



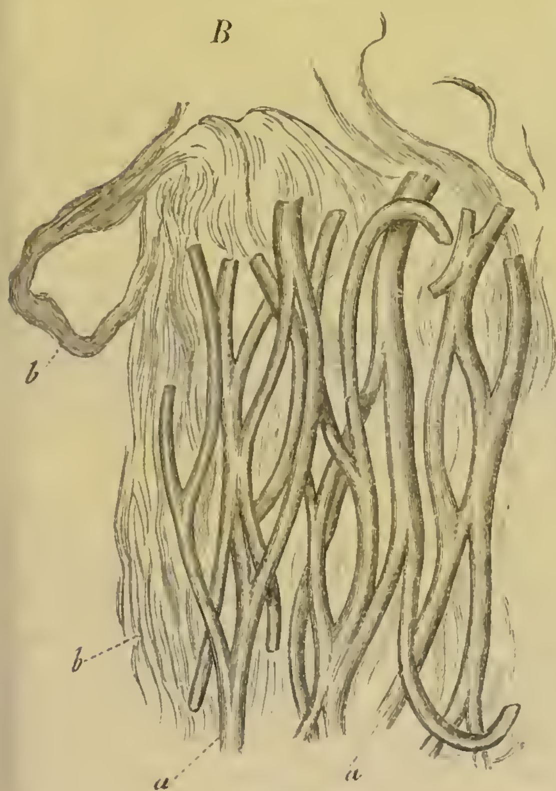


Fig. 132.

3) Die Knorpelhaft, *Synchondrosis*, kommt durch Knorpel zu Wege unter grösserer oder geringerer Betheiligung von faserknorpeligen und fibrösen Massen. Als Vorbild derselben kann die Verbindung der ersten Rippe

Fig. 132. *A*. Querschnitt durch einen Theil des *Lig. nuchae* des Ochsen, 350mal vergr. mit Natron. *a*. Bindegewebe homogen erscheinend, *b*. Querschnitte der elastischen Fasern (von 0,004—0,01‴ Durchmesser). *B*. Elastische Fasern *a*. aus einem gelben Bande des Menschen, sammt etwas Bindegewebe *b*. zwischen denselben, 450mal vergr.

mit dem Brustbeine dienen, bei der eine zusammenhängende Knorpelmasse die beiden Knochen vereint und als äussere Fasermasse nur das *Perichondrium* da ist. Die *Synchondrose* zwischen *Manubrium* und *Corpus sterni* und diejenige zwischen dem letztern und dem *Processus ensiformis* hat, wo sie da ist, in der Mitte eine Lage weisslichen Knorpels mit faseriger Grundsubstanz, in der selbst dort eine spaltförmige Höhle auftreten kann (*Luschka*, Zeitschr. f. rat. Med. N. F. IV) und bei den Verbindungen des 2.—7. Rippen-Knorpels mit dem Sternum sind in der Regel einfache oder doppelte Höhlen da, im letztern Falle mit einem Knorpelstreifen in der Mitte nach Art der *Ligg. interarticularia*. doch finden sich in gewissen Fällen auch hier *Synchondrosen* (*Luschka*). Bei der *Symphysis ossium pubis*, der *Synchondrosis sacro-iliaca* und der Vereinigung der Wirbelkörper findet sich unmittelbar am Knochen eine Lage ächter Knorpelsubstanz, welche an den beiden ersten Orten unmittelbar, an letztern durch Mithülfe eines faserknorpeligen Gewebes mit der andern Seite sich verbindet und äusserlich von faserknorpeligen und fibrösen ringförmigen Lagen umgürtet wird. Im Innern dieser Verbindungsmassen findet sich oft eine Höhle, so dass namentlich die *Synchondrosis sacro-iliaca* auch als eine Art Gelenk angesehen werden kann (*Zaglas*, *Luschka*).

Die *Ligamenta intervertebralia*, Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben der Wirbelkörper bestehen 1) aus äusseren ringförmigen Schichten von Faserknorpel und weisslichem Bindegewebe, 2) aus einer mittleren, vorzüglich faserknorpeligen Masse und 3) aus zwei den Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpellagen. Die ringförmigen Schichten oder der Faserring bestehen zu äusserst aus Bindegewebe, weiter nach innen aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und von Faserknorpel, welcher letztere schon an frischen Querschnitten in Gestalt von matten gelblichen Streifen, die in Wasser hart und durchscheinend werden, sich zu erkennen gibt und bei der mikroskopischen Untersuchung kleine, reihenweise gestellte, verlängerte Knorpelzellen in einem faserigen Gewebe zeigt, das von Bindegewebe durch eine grössere Steifheit, den Mangel deutlicher Fibrillen, grosse Widerstandskraft in Alkalien und Essigsäure und den gänzlichen Mangel von elastischen Fasern sich unterscheidet.

Die weisslichen Lagen der äusseren Schichten, welche nach *Luschka* auch Blutgefässe führen, können, obschon ihre Fibrillen etwas starrer sind als die gewöhnlicher Bänder und Sehnen, weniger leicht zerfasern und nur wenige Bindegewebskörperchen und häufig gar keine feinen elastischen Fasern zwischen sich haben, doch als Bindegewebe betrachtet werden. Dieselben bilden $\frac{1}{3}$—$\frac{5}{4}'''$ und darüber dicke, geschlossene Kreise oder Segmente von solchen und wechseln entweder mit ähnlichen Schichten von Bindegewebe oder mit den etwas dünneren und ebenfalls häufig nicht ganz geschlossenen, fest mit ihnen verbundenen Ringen des Faserknorpels ab. Die Fasern der beiderlei Gewebe gehen im Allgemeinen von oben nach unten, doch stehen dieselben ohne Ausnahme schief und so, dass sie in den verschiedenen Lagen sich kreuzen, was auch für die äussern ringförmigen Lagen gilt, wo nur Bindegewebe mit einander abwechselt. Von dieser verschiedenen Richtung der Fasern ist es auch abhängig, dass die einzelnen Schichten auch da, wo dieselben alle bindegewebig sind, doch abwechselnd eine verschiedene Färbung darbieten, die mit der Stellung derselben zum Lichte wechselt (*Henle*, Anat. I.). Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass die einzelnen Lagen selbst wiederum einen mehr oder minder deutlich blättrigen Bau erkennen lassen, in der Weise, dass die Blätter in den Bindegewebsschichten ebenso verlaufen, wie die Schichten selbst, in den faserknorpeligen Theilen dagegen mehr in der Richtung der Halbmesser einer Bandscheibe stehen.

Die weichere mittlere Masse der *Ligamenta intervertebralia* oder der Gallertkern der Anatomen ist erst in den neueren Zeiten in ihrer Bedeutung richtig erkannt worden, und besteht einerseits aus weichem Faserknorpel und Bindegewebe, anderseits aus Resten der fötalen *Chorda dorsalis*. Letztere anlangend so haben

Donders und ich selbst schon vor Jahren aus dem Gallertkerne von Erwachsenen weissliche Zellenhaufen beschrieben (Mikr. Anat. II. 1. p. 310), welche wir nicht zu deuten wussten. Im Jahre 1858 wurde dann von mir gezeigt (Würzb. Verh. IX. St. XLVIII),

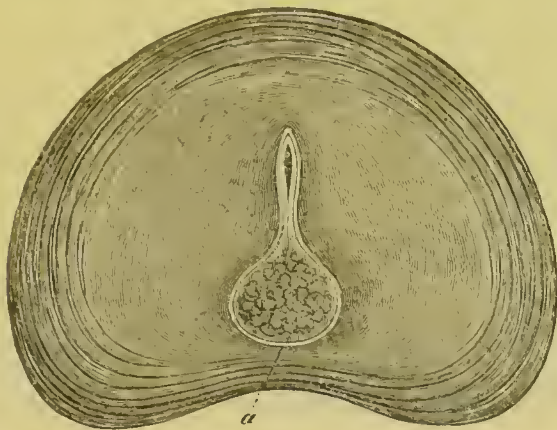


Fig. 133.


Fig. 134.

dass die *Ligamenta intervertebralia* von einjährigen Kindern regelrecht eine birnförmige Höhle enthalten, welche von der fortgewucherten Masse der *Chorda dorsalis* erfüllt sei, sowie dass aus dieser Masse, die aus einer weichen Zwischensubstanz und vielen Haufen oder netzförmig verbundenen Strängen von eigenthümlichen Zellen mit Vacuolen (Flüssigkeit haltenden Räumen) bestehe, ein guter Theil des Gallertkernes der *Ligamenta intervertebralia* des Erwachsenen sich entwickle, bei dem man selbst noch in gewissen Fällen die eigenthümlichen Chordazellen des Neugeborenen finde. Der Chordarest des Erwachsenen ist in der Mitte des Gallertkernes in einer unregelmässigen Höhle enthalten, welche, obgleich dieselbe schon früheren Anatomen bekannt war, doch erst *Luschka* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII und Halbgelenke 1858) einer ausführlicheren Beschreibung unterwarf, wobei er jedoch in den Irrthum gerieth, dieselbe mit den Höhlen von Gelenken zusammenzustellen. Die diese Höhle umgebenden Theile des Gallertkernes sind nicht wesentlich von den Bestandtheilen des Faserringes verschieden, denn auch hier finden sich noch Bindegewebslagen, nur treten dieselben gegen den Faserknorpel immer mehr zurück und sind auch nicht so deutlich abgegrenzt. Je weiter nach der Mitte, um so mehr verwischt sich jede Spur einer Abwechslung verschiedener Schichten und einer ringförmigen Anordnung derselben, das Ganze wird durchscheinend, weich, endlich fast gleichartig. Das Mikroskop ergibt vorwiegend Faserknorpel mit grossen (0,012—0,024'''), vielgestaltigen, oft ineinander eingeschachtelten Zellen (Fig. 135), deren, wie schon *Henle* sah, durch ringförmige Schichten gleichmässig verdickte Wände oft nur noch eine kleine Höhle mit meist geschrumpftem Primordialschlauche einschliessen, und daneben eine undeutlich faserige oder körnige, oft wie in Zersetzung begriffene Grundsubstanz da und dort mit sternförmigen Zellen (Binde-

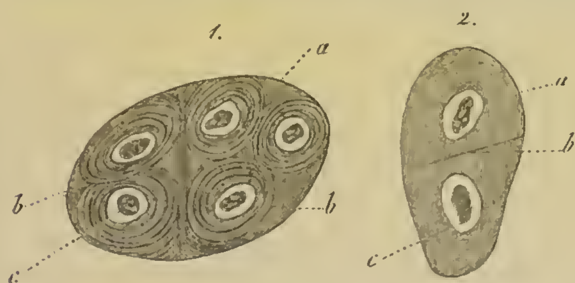


Fig. 135.

Fig. 133. *Lig. intervertebrale* eines Neugebornen im Querschnitte. *a*. Chordahöhle mit den Zellen der Chorda erfüllt. Etwa 4mal vergr.

Fig. 134. Ein Haufen Chordazellen mit Vacuolen aus einem *Lig. interv.* eines 5 Wochen alten Kindes. 350mal vergr.

Fig. 135. Zellen aus dem Gallertkern der *Ligg. intervertebralia*. 1. Grosse Mutterzelle *a*, mit einer Scheidewand, von zwei Tochterzellen der ersten Generation herrührend, und fünf Tochterzellen *b*. der zweiten Generation mit concentrisch verdickten Wänden und geschrumpften Primordialschläuchen *c*. in den kleinen Zellenhöhlen. 2. Mutterzelle *a* mit zwei durch eine zarte Scheidewand *b* getrennten Tochterzellen, die bei gleichmässig verdickten Wänden eine kleine Höhle und geschrumpften Primordialschlauch *c* enthalten.

webskörperchen, die mit rundlichen Zellen untermengt vorkommen. Diese weiche Masse umgibt dann oft mit unregelmässigen Fortsätzen, die *Luschka* zuerst beschrieb, die Chordareste, so dass beide Theile verschiedentlich ineinander eingreifen und eine scharf begrenzte Höhle zur Aufnahme des Chordarestes wie beim Kinde fehlt.

Die mittleren Theile der Fasermassen der *Ligg. intervertebralia* gehen gegen die Verbindungsflächen der Wirbelkörper zu in eine dünne harte gelbliche Lamelle wirklicher Knorpelsubstanz mit verdickten, zum Theil mit Kalkkrümeln belegten Zellen über, welche nicht unähnlich einem Gelenkknorpel, jedoch minder fest am Knochen haftet. Weiter nach aussen findet sich zwar auch noch Knorpelsubstanz in Gestalt vereinzelter Scheibchen oder Theilchen, die, wie es scheint, vorzüglich mit den faserknorpeligen Theilen in Verbindung stehen, und zwischen denselben zeigt sich Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, wie in den Ansätzen der Sehnen an Knochen (s. §. 87). Die diesem Theile der Bandscheiben entsprechenden äussern Theile der Wirbelkörperfläche sind im Gegensatze zu den inneren nach dem Ablösen der Bänder wie löcherig, mit frei zu Tage liegendem Marke, die Knorpelscheibchen sind es, die die Poren schliessen, während das Fasergewebe mit senkrecht stehenden Fasern an die Knochensubstanz zwischen denselben sich anschliesst.

Zwischen dem Kreuzbeine und Steissbeine und den einzelnen Steissbeinwirbeln finden sich sogenannte falsche Zwischenwirbelbänder, die aus einer mehr gleichmässigen faserigen Masse ohne Gallertkern bestehen. Die einzelnen Kreuzbeinstücke besitzen früher wahre Zwischenwirbelbänder zwischen sich, die später von aussen nach innen verknöchern, jedoch so, dass man noch bei Erwachsenen häufig Spuren des Bandes in der Mitte sieht. Nach *Luschka* bleibt hier selbst bis ins späteste Alter eine trockne gelbliche Knorpelmasse übrig (Halbgelenke St. 99). An den Halswirbelkörpern fand *Luschka* ausser dem mittleren Zwischenwirbelbande auch noch kleine seitliche Gelenke, zwischen den Vorsprüngen am Seitenrande jedes untern und der entsprechenden Fläche jedes obern Wirbels, welche jedoch nicht in allen Fällen bestimmt als solche ausgeprägt waren (Halbgel. St. 70—73).

Bei der Symphyse der Schambeine besteht die Knorpellage, die in den mittleren und vorderen Theilen der Fuge am dicksten ist, und durch eine äusserst unebene Fläche mit dem Knochen sich verbindet, jederseits in einer Dicke von $\frac{1}{2}$—1''' aus wahrer Knorpelsubstanz mit gleichartiger feinkörniger Grundmasse und einfachen Mutterzellen, von 0,01—0,024''' Grösse. In der Mitte wird die Grundsubstanz weicher und faserig und hier findet man auch, wie es scheint, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte (nach *Aeby* fehlte bei Weibern unter 28 Fällen die Höhle 2mal, bei Männern unter 38 Fällen 10mal), nicht selten eine unregelmässige enge Höhlung mit häufig unebenen Wänden und etwas schmieriger Flüssigkeit, die offenbar einer Auflösung der innersten Knorpellagen ihren Ursprung verdankt, von welcher deutliche Spuren auch an den sie begrenzenden Knorpeltheilen wahrzunehmen sind. Vor dem 7. Jahre fehlt nach *Aeby* diese Höhle ohne Ausnahme und ist später bei Weibern umfangreicher. Der Einfluss der Schwangerschaft auf diese Höhlung ist noch nicht hinreichend ermittelt, immerhin sprechen meine Erfahrungen wie die von *Aeby* dafür, dass nicht in allen Fällen eine Vergrösserung derselben gefunden wird, wie Einige diess annehmen. Wo sie vorkommt scheint sie besonders in Folge schwerer und häufiger Geburten aufzutreten. Die äusseren Lagen der Symphyse, die bekanntlich vorn und oben am entwickeltsten sind, gehen, die alleräussersten rein bindegewebigen Lamellen abgerechnet, nicht unmittelbar vom Knochen aus, sondern vereinen eigentlich nur die äusseren Theile der beschriebenen Knorpellagen, und bestehen vorzüglich aus einer allem Anscheine nach mit dem Bindegewebe übereinstimmenden, hie und da Knorpelzellen haltenden Fasermasse.

An der Symphyse kommt fast regelrecht eine Bildung von verkalktem Knorpel vor (Fig. 136). Immer nämlich trifft man am Knochenrande derselben halb in den Knorpel hineinragende oder ganz in demselben liegende verkalkte Knorpelcapseln mit gleichartigen oder (von Kalksalzen) körnigen dicken Wänden von 0,012—0,016''' Grösse und rundlichen kleinen primordialen Zellen. Auch prächtige, halb und ganz ossificirte Muttercapseln mit 2 Tochterzellen und 0,015—0,03''' Grösse, bis zu solchen mit 10—20 ein-

geschlossenen Zellen und einer Länge von 0,05''' werden fast in jedem Präparate deutlich.

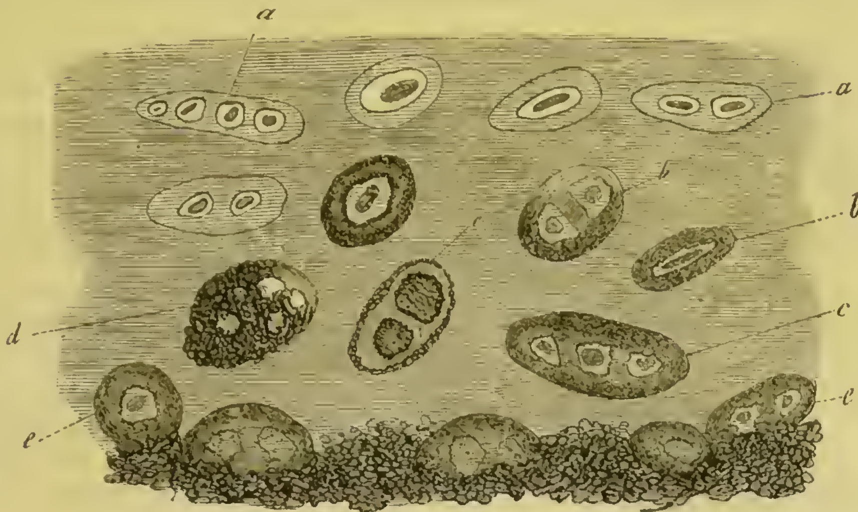


Fig. 136.

Die *Synchondrosis sacro-iliaca* wird durch eine platte, $^3/_4$—1 $^1/_3$''' dicke Knorpellage vermittelt, welche mit den *Superficies auriculares* der betreffenden Knochen fest vereint und zwischen denselben ausgebreitet ist. Die Knorpelcapseln sind in der Nähe der Knochen abgeplattet, mit ihren Flächen gegen dieselben gerichtet und zeigen schöne Uebergänge in halb und ganz freie, am Rande des Knochens befindliche verkalkte Bildungen, wie sie die Fig. 136 zeigt. Hier im Innern findet sich, nach *Zaglas* u. A. regelrecht, dem Hüftbeine näher, eine spaltenförmige Höhle, die die Knorpellagen beider betreffenden Knochen vollständig oder fast vollständig von einander scheidet. Dieselbe enthält etwas *Synovia*-ähnliche Feuchtigkeit und ist von glatten und ebenen Wänden begrenzt, die durch ihre grössere Härte und auch durch ihren Bau von den übrigen Knorpeltheilen sich unterscheiden. Die Grundsubstanz derselben ist in der Richtung der Fläche feinfaserig, die Zellen alle sehr gross (bis zu 0,035'''), mit vielen Tochterzellen und ungemein verdickten Wänden, so dass die Zellenhöhlen auch der Tochterzellen oft ausnehmend verkleinert erscheinen, ohne jedoch von Porenkanälchen oder Ablagerungen von Kalksalzen eine bestimmte Andeutung zu zeigen.

Die Rippenknorpel sind von einem festen, aus Bindegewebe und vielen elastischen Elementen bestehenden *Perichondrium* überzogen, welches einerseits am Sternalende in Verbindung mit den hier befindlichen Synovialhäuten beginnt, andrerseits unmittelbar ins Periost der Rippen übergeht. Der durch eine rauhe Oberfläche mit dieser Haut verbundene Knorpel ist bedeutend fest, jedoch elastisch, blassgelb oder in feinen Schnitten bläulich durchscheinend, im Innern fast immer an einzelnen Stellen gelblichweiss, mit Seidenglanz. Seine Grundsubstanz zeigt an den letzteren Orten einen faserigen Bau, an den übrigen ein fein körniges Aussehen; von den Zellen sind die äussersten in einer Schicht von 0,06—0,1''' länglich, abgeplattet, der Oberfläche gleichgestellt, meist klein (bis 0,006'''), zum Theil auch grösser, mit einigen oder selbst vielen hintereinander liegenden Tochterzellen erfüllt; weiter nach innen werden dieselben, ohne ihre abgeplattete Gestalt ganz zu verlieren, grösser (0,03—0,05''' die meisten), länglichrund und rundlich und stehen mit ihren Flächen nach den Knorpelenden zugewandt, mit ihrer Längsaxe meist in der Richtung der Halbmesser der Querdurchschnitte der Rippen, in manchen Fällen freilich auch unregelmässig nach verschiedenen Seiten zu. Die grössten Zellen (bis zu 0,08''', selbst 0,1''') finden sich in den faserigen Stellen und zwar führen dieselben, wie überhaupt alle inneren Zellen, Tochterzellen in verschiedener, oft sehr beträchtlicher (bis zu 60, *Donders*) Zahl. Was die Elemente der Rippen-

Fig. 136. Knochenrand gegen den Knorpel von der Symphyse des Mannes, 350mal vergr. *a.* Knorpelzellen mit verdickten Wänden, *b.* solche in der Ossification begriffen, *c.* fast ossificirte Zellen mit gleichartigen Wänden frei in der Grundsubstanz des Knorpels, *d.* eben solche mit Kalkkrümeln, *e.* ossificirte Zellen am Rande der Kalkkrümel enthaltenden Grundsubstanz des Knochens, halb hervorragend.

knorpel besonders bezeichnet, ist das reichlich in ihnen enthaltene Fett. In allen Zellen nämlich mit Ausnahme der oberflächlichsten, finden sich bei Erwachsenen grössere oder kleinere (von 0,0016—0,008'''), bald kreisrunde, bald mehr unregelmässige Fetttropfen, welche die Zellenkerne häufig so umgeben, dass von ihnen nichts mehr zu sehen ist (Fig. 137 *ab*), weshalb man, jedoch nicht ganz richtig, angenommen hat, dass das Fett in diesen seinen Sitz habe. — Der Knorpel am grossen Horne des Zungenbeines und zwischen dem Körper und grossem Horne und die unregelmässig auftretenden Knorpelanhänge am *Proc. styloideus* weichen in Nichts von den Rippenknorpeln ab, nur dass ihre Knorpelzellen nicht immer grössere Fetttropfen führen.



Fig. 137.

Die Rippenknorpel verknöchern im höhern Alter ungemein häufig, doch ist diese Ossification, ebenso wie die Zerfaserung ihrer Grundsubstanz, nicht als etwas ganz normales zu betrachten und mit der gewöhnlichen Ossification nicht auf eine Linie zu stellen. Die Verknöcherungen sind bald beschränkter, bald ausgebreiteter. Im ersten Falle kommt es häufig nicht weiter, als bis zu Ablagerungen von Kalksalzen in die dicken Wandungen der Knorpelcapseln und ihrer faserig gewordenen Grundsubstanz; im letzteren (und auch oft im ersteren) geht der Ossification die Bildung von Hohlräumen im Knorpel und eines Knorpelmarkes mit Gefässen in demselben voraus, welche theils mit denen des *Perichondrium*, theils mit denen der Rippen zusammenhängen, und ist die Knochensubstanz regelrechter ähnlicher, doch fast immer dunkler, minder gleichartig und mit wenig ausgebildeten, oft krümlige Niederschläge enthaltenden Knochenhöhlen. Unter dem Namen Knorpelmark versteht man die an die Stelle der sich auflösenden Knorpelsubstanz tretenden Markzellen, Fettzellen, Bindegewebsbündel und Gefässe, welche mit denen sich entwickelnder fötaler Knochen so zu sagen ganz übereinstimmen und in ossificirenden Rippen und Kehlkopfsknorpeln leicht zu beobachten sind.

Die mannichfach wechselnden Verhältnisse der Synchondrosen und ihre Uebergänge in wirkliche Gelenkverbindungen begreifen sich leicht, wenn man weiss, dass die meisten Gelenke aus solchen sich entwickeln (siehe unten). Luschka hat daher wohl auch nicht so unrecht, wenn er die Synchondrosen und gewisse Amphiarthrosen, wie der Ilio-Sacralgelenke und die *Articulationes sterno-costales* unter dem Namen Halbgelenke zusammenfasst. Nur kann ich, wie schon angegeben, die Chordahöhle der *Ligg. intervertebralia* nicht als Analogon einer Gelenkhöhle auffassen. —

§. 99.

B. Gelenkverbindung, *Diarthrosis.* Die Gelenkenden der Knochen oder die sonst an einem Gelenk sich betheiligenden Flächen derselben sind ohne Ausnahme mit einer dünnen Knorpellage überzogen, welche in der Mitte an den sich berührenden Flächen von ziemlich gleichmässiger Dicke ist,

Fig. 137. Knorpelzellen des Menschen, 350mal vergr. *a.* Mutterzelle mit drei fetttropfenhaltenden Tochterzellen aus einem Rippenknorpel. *b.* Zwei Zellen von ebendaher, deren Fetttropfen von einem blassen Saume umgeben ist. *c.* Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horne des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen. Der Primordialschlauch ist in allen diesen Zellen nicht besonders angedeutet.

weiter nach aussen allmählich dünner wird und endlich ganz scharf ausläuft. Dieser Gelenkknorpel, *Cartilago articularis*, sitzt mit einer rauhen vertieften oder gewölbten Fläche fest an dem Knochen an, ohne durch irgend welche dazwischen gelegene Theile mit ihm sich zu vereinen und ist an der entgegengesetzten Seite in den meisten Gelenken grösstentheils ganz nackt und nach der Gelenkhöhle zugewendet, zum Theil von einer besonderen Faserhaut, einem *Perichondrium*, überzogen, das als unmittelbare Verlängerung des Periostes über einen meist nur geringen Theil des Knorpels sich hinzieht und dann ohne scharfen Rand allmählich endet. — In einigen Gelenken (Schulter-, Hüftgelenk) finden sich zur besseren Umschliessung der Gelenkköpfe besondere Knorpellippen, *Labra cartilaginea*, in Gestalt fester, gelblichweisser Faserringe, die mit breiterer Grundfläche am Rande des Gelenkknorpels unmittelbar am Knochen, zum Theil auch auf dem Knorpel aufsitzen, zugeschärft, grösstentheils frei und unbedeckt von der Synovialhaut oder einem Epithel ins Gelenk hineinragen und aussen mit dem Perioste und der Synovialcapsel zusammenhängen.



Fig. 138.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau der eben beschriebenen Theile, so zeigt der Gelenkknorpel am ausgebildeten Knochen (Fig. 138) unter regelrechten Verhältnissen eine durchweg feinkörnige, zum Theil fast gleichartige Grundsubstanz und in dieser mehr dünnwandige Knorpelcapseln, die an der Oberfläche zahlreich und platt, mit ihren Flächen derselben gleich liegen, weiter nach innen länglichrund oder rundlich und spärlicher werden und nach verschiedenen Richtungen durcheinander stehen, am Knochenrande endlich, länglich von Gestalt, senkrecht auf denselben gerichtet sind. Diese Capseln haben alle deutliche, namentlich nach Essigsäurezusatz von der Grundsubstanz leicht unterscheidbare Wandungen, und in ihrem Primordialschlauche oder der Knorpelzelle einen hellen, manchmal körnigen, jedoch wenig fetthaltigen Inhalt und bläschenförmige Kerne; sie stehen einzeln oder in Gruppen und führen sehr häufig zwei, vier oder selbst noch mehr Tochterzellen, welche bei den platten Zellen nebeneinander, bei den länglichen reihenweise stehen. Am Kopfe des Unterkiefers wie am Schläfenbeine findet man, so lange der Knochen nicht ausgebildet ist, eine mächtige Lage ganz ausgezeichneter Knorpelcapseln, gegen die Gelenkhöhle zu von einer Bindegewebslage überzogen. Diese Knorpellage

Fig. 138. Gelenkknorpel eines menschlichen *Metacarpus* senkrecht durchschnitten, 90mal vergr. *a.* Oberflächlichste platte Knorpelzellen, *b.* mittlere rundliche, *c.* innerste senkrecht und in kleinen Reihen stehende Zellen, *d.* äusserste Schicht des Knochens mit ossificirter faseriger Grundsubstanz und dickwandigen, hier durch Luft dunklen Knorpelzellen, *e.* wirkliche Knochensubstanz, *f.* Enden der Markräume der Apophyse, *g.* Markraum.

schwindet, je mehr der Knochen seiner Ausbildung sich nähert und am Ende bleibt unter der dicker gewordenen Bindegewebslage nur noch eine ganz dünne und durchscheinende Schicht, deren Elemente, obschon dem Baue nach nicht wirkliche Knochenzellen und auch nicht ossificirt, doch denselben näher zu stehen scheinen als den Knorpelzellen. Nach *Henle* bleibt in den vorderen Theilen der Gelenkflächen unter dem Bindegewebe eine $\frac{1}{3}$''' mächtige Lage ächten Knorpels. Faserig ist nach *Bruch* auch der Ueberzug am Sternalende der *Clavicula*, während nach *Henle* (Bänderlehre p. 63. 65) an beiden Enden der *Clavicula*, sowie an den betreffenden Gelenkflächen des *Acromion* und *Sternum* ein knorpelzellenhaltiges Bindegewebe sich findet, ebenso am *Lig. transversum dentis*, während die betreffende Stelle des Zahnes nur von Bindegewebe bekleidet ist, an der *Trochlea ulnae* z. Th., im untern *Radio-ulnar*- und am untern *Tibio-fibular*gelenk. An den Rippenköpfchen, die mit zwei Wirbeln verbunden sind, liegt nach *Luschka* über einer Knorpellage eine mächtige Lage von Fasersubstanz (*Müll.* Arch. 1856. p. 485).

Die Knorpellippen der Gelenke bestehen vorzüglich aus Bindegewebe, enthalten jedoch ohne Ausnahme einzelne Knorpelzellen von runder oder länglicher Gestalt, mit mässig dicker Membran, deutlichem Kern und hie und da Fettkörnchen. Mutterzellen sah ich hier nicht, dagegen findet man nicht selten jene schon beim Muskelsysteme (§. 86) erwähnten, reihenweise gestellten Zellen, welche man für Knorpelzellen anzusprechen geneigt ist, obschon dieselben die deutlichsten Uebergänge in Bindegewebskörperchen zeigen. Gelenkknorpel führen ausser während der Entwickelung, worüber unten das Nähere zu finden ist, keine Nerven und Gefässe. Die Knorpellippen sind nerven- und gefässlos.

Eine besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Knochens unter den Gelenkknorpeln. Derselbe besteht nämlich an fast allen Gelenken unmittelbar am Knorpel aus einer Lage nicht vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz und erst weiter nach innen aus dem bekannten Gewebe (Fig. 138). Die erwähnte Lage von 0,04—0,16''', im Mittel 0,12''' Dicke besteht aus einer gelblichen, meist faserigen, knochenharten und wirklich verknöcherten Grundsubstanz, enthält jedoch keine Spur von *Havers*ischen Kanälchen oder Markräumen und ebenso keine ausgebildeten Knochenhöhlen. Statt der letzteren trifft man rundliche oder längliche, oft in Häufchen oder Reihen beisammenstehende Körperchen, grössere von 0,016—0,024''' Länge, 0,006—0,008''' Breite und kleinere von 0,006—0,008''' Länge, 0,004—0,005''' Breite, welche an Knochenschliffen durch Luft dunkel und nichts als dickwandige, noch mit Inhalt (Fett, Kernen) versehene, hie und da Andeutungen von Porenkanälchen zeigende und verkalkte Knorpelzellen, mit andern Worten eine Art unentwickelter Knochenzellen sind. Die diese Zellen führende Schicht, welche gegen den Knorpel durch eine gerade, hie und da von Kalkkrümeln dunkle Linie und gegen den wahren Knochen durch eine buchtige Grenzlinie, an der man oft wie die Umrisse von Capseln um die einzelnen Knochenzellen unterscheidet, sich abgrenzt, findet sich, wie ich wenigstens sehe, in allen Altern von der vollendeten Entwickelung der Knochen an ganz regelrecht in allen Gelenken, mit Ausnahme des Kiefergelenkes, wo jedoch *Bruch* nnd *Tomes* und *de Morgan* dieselbe ebenfalls gesehen haben, und der Gelenke am Zungenbein.

Beim Fötus aus der Mitte des Fötallebens sollen nach *Toynbee* (*Phil. Transact.* 1841) die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf den Gelenkknorpel übergehen, wovon ich jedoch am *Humerus* von 5—6monatlichen Früchten und auch bei Neugebornen mich nicht überzeugen konnte. — In pathologischen Fällen kommen in den Gelenkknorpeln Zelleneinschachtelungen ungemein ausgebildet vor (s. Fig. 6), so namentlich bei sammtartigen Gelenkknorpeln, wo die Mutterzellen mit 1 oder 2 Generationen von Zellen und oft von sehr bedeutender Grösse, auch fetthaltig, ziemlich frei in faseriger Grundsub-

stanz liegen und leicht einzeln sich darstellen lassen (vergl. auch *Ecker* in *Roser* und *Wunderlich's* Arch. Bd. II. 1843. p. 345). Die Gelenkknorpel sind beim Erwachsenen gefässlos (über die Gefässe derselben bei wachsenden Knochen, siehe unten), doch entwickeln sich die Gefässe an ihren Rändern von der Synovialhaut aus oft weiter über sie herüber. Von einer Entzündung der Knorpel kann demnach bei Erwachsenen keine Rede sein, wohl aber leiden dieselben bei krankhaften Zuständen ihrer Knochen oder Entzündungen der Synovialhaut, zerfasern sich oft mit gleichzeitiger Dickenzunahme, da *Cruveilhier* (*Dict. de méd. et de chir. prat. III.* 514) die Fasern bis zu 6''' Länge sah, was die normale Dicke der Gelenkknorpel weit übersteigt, nutzen sich leichter ab und schwinden selbst ganz (bei Eiterungen im Knochen oder in den Gelenken), so dass die Knochen frei stehen; auch erleiden sie theilweise Substanzverluste, so dass geschwürähnliche Lücken, die ebenfalls bis zum Knochen dringen oder von demselben ausgehen, sich bilden.

§. 100.

Die Gelenkcapseln, *Capsulae s. Membranae synoviales*, sind keine geschlossenen Capseln, sondern kurze weite Schläuche, welche mit zwei offenen Enden sich an die Ränder der Gelenkflächen der Knochen anlegen und dieselben so verbinden. Dieselben sind eigentlich mehr oder weniger zarte, durchscheinende Häute, werden aber an vielen Orten von äusserlich an ihnen gelagerten Faserschichten, den sogenannten fibrösen Capseln, so fest und vollständig überzogen, dass sie für die oberflächliche Besichtigung das Ansehen ziemlich derber Capseln annehmen. Diese fibrösen Lagen befinden sich besonders da, wo keine oder wenige Weichtheile die Gelenke schützen, oder wo eine sehr feste Vereinigung erzielt werden soll (Hüftgelenk), fehlen dagegen meistens oder sind unentwickelt, wo Muskeln, Sehnen und Bänder an Gelenken anliegen oder wo besonderer Zwecke wegen die Synovialhaut bedeutendere Lagenveränderungen eingeht (Knie- und Ellbogengelenk).

Das Verhalten der Gelenkcapseln zu den Knochen und Gelenkknorpeln ist genauer bezeichnet folgendes (siehe Fig. 139). Die Gelenkcapsel setzt sich in den einen Fällen einfach an den Rand der überknorpelten Fläche an und geht von hier unmittelbar zum andern Knochen über (*Patella*, Amphiarthrosen), in den anderen überzieht sie zuerst neben dem Rande des Knorpels auch einen grösseren oder geringeren Theil des Knochens selbst und wendet sich dann erst um, um mit dem zweiten Knochen so oder so sich zu verbinden. In beiden Fällen sitzt die Synovialhaut nicht unmittelbar an den Hartgebilden, sondern ist loser oder fester mit dem Perioste und Perichondrium vereint und läuft schliesslich ohne scharfen Rand und untrennbar mit dem Perichondrium des Gelenkknorpels verbunden unweit des Randes des letzteren aus.

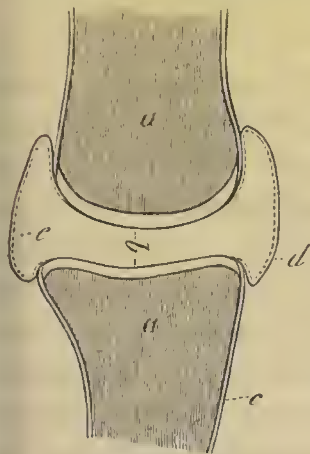


Fig. 139.

Bezüglich auf den feineren Bau der erwähnten Theile, so bestehen die Synovialmembranen, abgesehen von den sogenannten Fasercapseln, die ganz den Bau der fibrösen Bänder haben, 1) aus einer Bindegewebslage mit nicht

Fig. 139. Schematische Ansicht eines Fingergelenkes im Durchschnitte, zum Theil nach *Arnold*. *a*. Knochen, *b*. Gelenkknorpel, *c*. Periost in das Perichondrium des Gelenkknorpels übergehend, *d*. Synovialhaut am Rande des Knorpels, verbunden mit dem Perichondrium, beginnend, *e*. Epithel derselben.

sehr zahlreichen Gefässen und Nerven und 2) aus einem Epithelium. Letzteres besteht aus 1, 2 bis 4 Schichten pflasterförmiger, 0,005—0,008''' grosser Zellen mit rundlichen Kernen von 0,002—0,003''', erstere zu innerst aus einer Lage gleichlaufender Bündel mit minder deutlichen Fibrillen und länglichen Bindegewebskörperchen oder feinen elastischen Fasern, weiter nach aussen aus sich durchkreuzenden Bündeln mit feinen elastischen Netzen, hie und da auch aus einem Netze von Bindegewebsbündeln von sehr verschiedener Stärke, mit umspinnenden elastischen Fasern, gerade wie in der *Arachnoidea*. Nicht selten finden sich gewöhnliche Fettzellen vereinzelt in den Maschen des Bindegewebes und hie und da, jedoch im Ganzen sehr selten, auch einzelne oder einige Knorpelzellen mit mässig dicken dunklen Wänden und deutlichem Kern. Drüsen und Papillen besitzen die Synovialhäute keine, dagegen zeigen sie grössere Fettanhäufungen, *Plicae adiposae*, und gefässreiche Fortsätze, *Plicae vasculosae (Plicae synoviales, Ligamenta mucosa* der Autoren). Die ersteren, früher fälschlich *Havers*ische Drüsen benannt, kommen vorzüglich im Hüft- und Kniegelenke vor, in Gestalt gelber oder gelbröthlicher, weicher Vorsprünge oder Falten, und bestehen einfach aus grossen Ansammlungen von Fettzellen in gefässreicheren Theilen der Synovialhaut. Die letzteren finden sich in fast allen Gelenken und zeigen sich, vorausgesetzt, dass die Gefässe gefüllt sind, als rothe, platte, am Rande gekerbte, gefaltete, mit kleinen Fortsätzen versehene Vorsprünge der Synovialhaut. Gewöhnlich sitzen diese Fortsätze nahe an der Ursprungsstelle der Synovialhaut vom Knorpel und legen sich flach auf denselben hin, so dass sie manchmal wie einen Kranz um denselben herum bilden, in andern Fällen stehen sie mehr vereinzelt und auch an andern Stellen der Gelenke. In ihrem Baue weichen sie vorzüglich durch ihren Gefässreichthum von den anderen Theilen der Synovialhäute ab, indem sie fast aus nichts als aus kleinen Arterien und Venen und zierlichen, am Rande der Fortsätze schlingenförmig verbundenen Capillaren bestehen und hierdurch sehr an die *Plexus chorioidei* in den Gehirnhöhlen erinnern. Neben den Gefässen zeigen sie eine Grundlage von häufig undeutlich faserigem Bindegewebe, das gewöhnliche Epithel der Synovialhaut, hie und da einzelne oder zahlreichere Fettzellen und selten isolirte Knorpelzellen. An

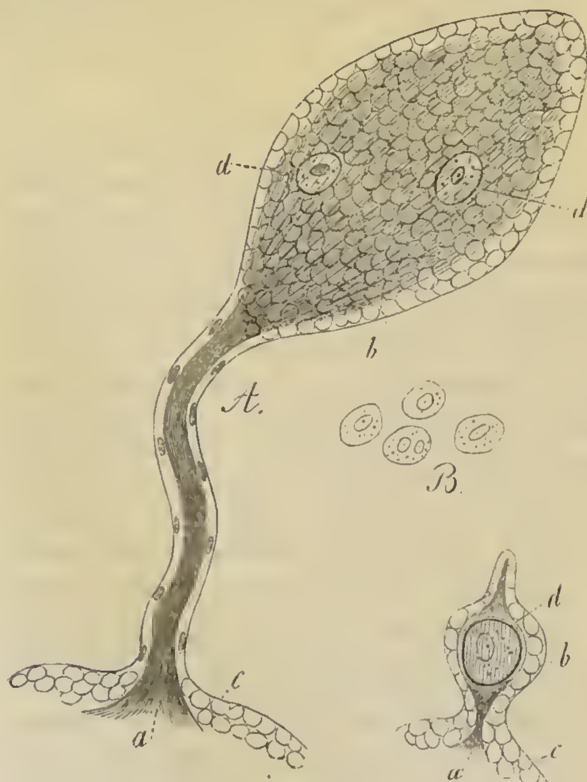


Fig. 140.

Fig. 140. Von der Synovialhaut eines Fingergelenkes. *A*. Zwei gefässlose Anhänge der Synovialfortsätze, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe in der Axe derselben, *b*. Epithel (im Stiele des grösseren Fortsatzes nicht deutlich zellig) in dasjenige der freien Ränder des Fortsatzes *c* übergehend, *d*. Knorpelzellen. *B*. Vier Zellen aus dem Epithel der Synovialhaut des Knies, eine mit zwei Kernen, 350mal vergr.

ihrem Rande tragen sie fast ohne Ausnahme blattartige, kegelförmige, membranartige kleine Fortsätze, die Synovialzotten *(Luschka, Henle)*, von den abenteuerlichsten Formen (viele namentlich wie Cactusstengel), welche selten noch Gefässe führen, meist nur aus einer Axe von undeutlich faserigem Bindegewebe, hie und da mit Knorpelzellen und einem stellenweise sehr dicken Epithel, manchmal die kleineren selbst nur aus Epithel oder nur aus Bindegewebe bestehen. In gewissen Fällen enthalten die Synovialzotten mit Flüssigkeit gefüllte Höhlen *(Luschka, Henle)*.

In manchen Gelenken finden sich feste, weissgelbe faserige Platten, sogenannte *Cartilagines s. Ligg. interarticularia*, welche von der Synovialcapsel aus zu zweien zwischen die betreffenden Knochen sich einschieben (Kniegelenk) oder eine einzige Scheidewand quer durch das Gelenk bilden (Kiefer-, Schlüsselbein-, Brustbein- und Handgelenk). Dieselben bestehen aus einem festen, meist in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Fasergewebe, welches ganz an das Bindegewebe sich anschliesst, jedoch minder deutlich Fibrillen zeigt, ausserdem aus Knorpelzellen und vielen netzförmig verbundenen Bindegewebskörperchen, mit feinen elastischen Fasern untermengt. Die Knorpelzellen sind in den oberflächlichsten Lagen mehr vereinzelt, in den tieferen Theilen reihenweise gelagert und kleiner und machen endlich Längszügen ächter Bindegewebskörperchen Platz. Einen Ueberzug der Synovialhaut besitzen die Zwischengelenkbänder, die dem Bemerkten zufolge zu den Faserknorpeln zu zählen sind, nicht, wohl aber sind sie an ihrem mit der Gelenkcapsel verbundenen Rande, jedoch nur auf eine ganz kleine Strecke, nie an ihrer gesammten Oberfläche, von dem Epithel der Gelenkhöhle überzogen. Die Gelenkbänder bestehen, mit Ausnahme des weicheren *Lig. teres*, aus demselben festen Bindegewebe (in den Bändern der Rippengelenke mit Knorpelzellen, ebenso am *Lig. transversum dentis*), wie die Sehnen und sonstigen fibrösen Bänder, nur haben die innern Bänder (*Ligg. cruciata* etc.) eine weichere Bindegewebslage und ein Epithel als Ueberzug.

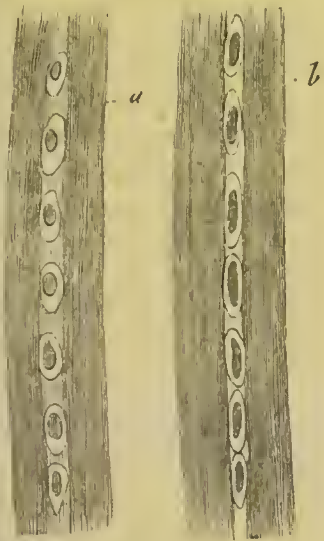


Fig. 141.

Innerhalb der Gelenkcapseln findet sich eine geringe Menge einer hellen, gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia*, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Schleime sehr ähnlich zu sein scheint, namentlich auch flüssigen Schleimstoff enthält. Mikroskopisch untersucht, bietet dieselbe unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht viel Bemerkenswerthes dar und besteht einfach aus einer durch Essigsäure sich trübenden Flüssigkeit, die sehr häufig einige, oft fettig umgewandelte Epithelzellen, Kerne von solchen und Fettkügelchen, und unter nicht ganz regelrechten Verhältnissen auch Blut- und Lymphkügelchen, losgelöste Theile der

Fig. 141. Aus dem *Lig. falciforme* des Kniegelenkes. *a.* Ein Bindegewebsstreifen mit reihenweise gelagerten, länglich runden Zellen, ähnlich Knorpelzellen. *b.* Ein solcher mit längeren Zellen und Kernen, die, wenn sie spindel- und sternförmig auswachsen, zu ächten Saftzellen werden.

Synovialfortsätze, des Gelenkknorpels und eine gleichartige gallertige Substanz enthält.

Die normale gesunde Synovia, die nach *Frerichs* (*Wagn.* Handw. III. 1) beim Ochsen 94,8 Wasser, 0,5 Schleimstoff und Epithel, 0,07 Fett, 3,5 Eiweiss und Extracte, 0,9 Salze enthält, ist eine Absonderung, der geformte Elemente nicht wesentlich zukommen und die unter Mitbetheiligung des Epithels einfach von den Gefässen der Synovialhäute ausgeschwitzt wird und zwar vor Allem von den Gefässfortsätzen derselben, die wie eigens zu diesem Zwecke angelegt sind, und auch immer am Rande der vorzüglich eines schlüpfrigen Ueberzuges bedürfenden Knorpel sich finden. Die gefässlosen Anhänge dieser Fortsätze geben, indem sie sich vergrössern, fester werden und von ihrem Verbande mit den Gefässfortsätzen sich lösen, gewissen Formen der sogenannten Gelenkmäuse den Ursprung. Diese, die auch in Schleimbeuteln und Sehnenscheiden, die ebenfalls Gefässfortsätze besitzen (siehe oben §. 88), vorkommen, bestehen aus einem Ueberzuge von Epithelium, Bindegewebe mit verlängerten Kernen und, jedoch nicht immer und in wechselnder Zahl, aus eingestreuten Fett- und wahren Knorpelzellen, und entwickeln sich nicht ausserhalb der Synovialhaut, sondern durch eine Wucherung dieser selbst. Uebrigens können ähnliche feste Körperchen wahrscheinlich auch noch auf andere Weise entstehen, indem wenigstens *Bidder* (Zeitschr. f. rat. Medicin, Bd. 3. S. 99 ff.) und *Virchow* (Med. Zeit. 1846. Nr. 2 u. 3) solche beobachteten, die keine Spur eines besondern Baues zeigten. Ich möchte diese letzteren Gebilde in vielen Fällen mit *Virchow*, der den Faserstoff in ihnen wirklich nachwies, für Fibrinexsudate, in anderen für festgewordene Niederschläge aus der Synovia halten, welche letztere Ansicht durch das häufige Vorkommen von sulzigen, mehr oder weniger festen gleichartigen Massen, offenbar verdichteter Synovia, in den Sehnenscheiden der Hand unterstützt wird. — Auch Knochenstücke, von Wucherungen am Umfange der Gelenkenden losgerissen, können in das Innere der Gelenke hineingelangen. — Die *Plicae adiposae* in Gelenken haben wohl weniger zur Bildung der Synovia als zur Mechanik der Gelenke Bezug, indem sie als Ausfüllungsmasse dienen.

§. 101.

Gefässe der Knochen und ihrer Nebenorgane. *A.* Blutgefässe. Die Beinhaut, *Periost*, hat ausser vielen durchtretenden für den Knochen bestimmten Gefässen mehr in ihrer äussern bindegewebigen Lage ein mässig enges Netz feiner (0,005''') Capillaren. Die Blutgefässe der Knochen selbst sind sehr zahlreich, wie man an eingespritzten und leichter noch an frischen, Blut enthaltenden Stücken sehen kann. Bei den langen Knochen werden das Mark und die spongiösen Gelenkenden von besonderen Gefässen versorgt und ebenso die feste Substanz des Mittelstückes. Erstere oder die *Vasa nutritia* dringen durch besondere grössere Kanäle, die zu einem oder zweien an den Diaphysen, zu vielen an den Apophysen sich finden, in die Knochen ein, verästeln sich, abgesehen von spärlicheren Gefässchen, die sie an die innersten *Havers*ischen Kanälchen der *Substantia compacta* abgeben, mit allen Häuten, die die Gefässe sonst besitzen (auch der *Muscularis*) in dem Marke und bilden hier ein wirkliches Capillarnetz mit Gefässchen von 0,004—0,0052''' die feinsten. Die Gefässe der festen Substanz stammen grossentheils aus denen des Periostes, verlieren ihre Muskelhaut sehr bald und bilden in den *Havers*ischen Kanälen, die sie bald für sich allein, bald mit etwas Mark erfüllen, ein Netz weiter Kanäle, die man in ihrem Baue nur dem geringsten Theile nach zu den Capillaren zählen kann, indem die meisten eine Bindegewebslage und ein Epithelium besitzen, und nur in den grösseren Gefässkanälen neben dem Hauptgefässe noch feine Capillaren vorhanden sind. Das Ve-

nenblut tritt aus jedem langen Knochen an drei Stellen ab, 1) durch eine grössere Vene, welche die *Arteria nutritia* begleitet und dieselbe Verbreitung hat wie diese, 2) durch viele grosse und kleine Venen an den Gelenkenden, 3) endlich durch viele kleine Venen, welche abgesondert für sich aus der festen Substanz der Diaphyse herauskommen, in der sie mit ihren Wurzeln, wie *Todd* und *Bowman* wohl richtig angegeben, die weiteren Räume und die sinus- oder taschenartigen Aushöhlungen einnehmen, die auch an Knochenschliffen sehr deutlich hervortreten. — Alle Knochengefässe, die Markgefässe der Apophysen und der Diaphysen, sowie die Gefässe der festen Substanz, verbinden sich mannichfach, so dass das Gefässsystem durch den ganzen Knochen als ein zusammenhängendes sich darstellt und Blut möglicher Weise von allen Theilen in alle gelangen kann, wie denn auch *Bichat* (III, 44) an einer eingespritzten *Tibia*, deren *Arteriae nutritiae* verwachsen waren, die Markgefässe ganz gut gefüllt fand.

In den kurzen Knochen zeigen die Blutgefässe ungefähr dasselbe Verhalten, wie in den Apophysen der langen, indem die Arterien und Venen an vielen Orten der Oberfläche mit grösseren und kleineren Stämmchen, zum Theil wie an der hintern Fläche der Wirbelkörper mit sehr grossen Stämmen, den *Venae basi-vertebrales Breschet*, ein- und austreten, mit einem Capillarnetze das Mark versorgen und auch in die spärlichen *Havers*ischen Kanälchen dieser Knochen eingehen.

Die platten Knochen anlangend, so haben die *Scapula* und das *Os innominatum* bestimmte Ernährungslöcher für grössere Arterien und Venen und erhalten in der festen Substanz feinere Gefässe vom Perioste aus und in den schwammigen Theilen, wie in der Gegend der Gelenkgruben, viele, auch grössere Gefässe. In den platten Schädelknochen verlaufen, während die Arterien meist als feine Zweigelchen von beiden Flächen aus in die Rinde und die schwammige Substanz eintreten und wie gewöhnlich beschaffen sind, die sogenannten *Venae diploëticae* nur mit ihren Wurzeln wie in anderen Knochen frei im Marke, mit den Stämmen. Aesten und grösseren Zweigen dagegen ziehen dieselben für sich, meist ohne Betheiligung von Mark, in besonderen, baumförmig verzweigten grösseren Kanälen, den sogenannten *Breschet*'schen Knochenkanälen, die an bestimmten Stellen mit grösseren Oeffnungen *(Emissaria Santorini)* ausmünden und mit denen der harten Hirnhaut in mannichfacher Verbindung stehen, über welche Verhältnisse die Handbücher der besonderen Anatomie nachzusehen sind. Die Weite und Menge der Venen in den platten Schädelknochen ist übrigens äusserst wechselnd und verwachsen dieselben namentlich im Alter mit der so häufigen Abnahme der Diploë immer mehr, weshalb auch die Venenkanäle und ihre Oeffnungen *(Emissaria)* von so wechselnder Stärke sind.

Die Gelenkknorpel und andere Knorpel des Knochensystems, auch die Faserknorpel enthalten beim Erwachsenen regelrecht durchaus keine Gefässe, mit Ausnahme des Perichondrium, das jedoch in dieser Beziehung dem Perioste bedeutend nachsteht, wohl aber können in einigen derselben, wie in den Rippenknorpeln im mittleren Alter und später Gefässe auftreten, in welchem Falle dann auch häufig theilweise Verknöcherung vorgefunden wird oder folgt. Arm an Gefässen sind die fibrösen Bänder und namentlich die elastischen und in dieser Beziehung mit den Sehnen auf eine Stufe zu stel-

len, wogegen die Synovialhäute durch bedeutende Zahl von Blutgefässen sich auszeichnen. Reich an solchen sind hier namentlich die schon oben erwähnten Synovialhautfortsätze, dann auch die Synovialhäute selbst, welche überall unmittelbar unter dem Epithel ein ziemlich enges Netz von 0,004 — 0,01‴ weiten Kanälen enthalten.

B. Lymphgefässe der Knochen werden von einigen älteren und neueren Autoren erwähnt (siehe meine Mikr. Anat. II. 1. 336), doch sind dieselben immer noch zweifelhaft und habe ich mich bisher vergeblich bemüht, solche zu finden. Die übrigen Theile des Knochensystems anlangend, so kann es sich nur darum handeln, ob das Periost und die Gelenkcapseln Lymphgefässe besitzen. In ersterem sind sie noch nicht beobachtet, dagegen werden sie in letzteren von mehreren Autoren, *Cruveilhier* z. B., angenommen. Auch *Teichmann* (Saugadersystem S. 100) hat dieselben gesehen und liegen sie nach ihm nahe dem Epithel, sind verhältnissmässig gross, lassen sich jedoch nur schwer einspritzen.

§. 102.

Nerven des Knochensystems. Das Periost ist reich an Nerven, doch gehört der grössere Theil derselben nicht ihm selbst an, sondern den Knochen (siehe unten). Berücksichtigt man nur die eigentlichen Periostnerven, so zeigt sich, dass die Zahl derselben im Ganzen ziemlich spärlich ist, ja dass sie vielleicht an gewissen Stellen gänzlich fehlen, wie am Halse des Oberschenkels und unter gewissen Muskeln (*Glutaeus minimus, Musculi peronaei* z. B.); doch gibt es wohl keinen Knochen, an dem dieselben nicht an gewissen Stellen sich fänden. Diese Nerven liegen in derselben Schicht wie die Gefässe, bald längs der grösseren Stämmchen, bald für sich, stammen wenigstens einem Theile nach von den grösseren Nerven der Knochen selbst, und verbreiten sich, obschon ihre Verästelungen und Verbindungen spärlich sind, nachweisbar über grosse Strecken. In den Stämmchen messen die Primitivfasern meist 0,002 — 0,004‴, erreichen jedoch nach und nach theils durch wirkliche Theilungen, die ich ganz ausgezeichnet im Perioste der *Fossa infraspinata* und *iliaca* des Menschen, *J. N. Czermak* auch am Stirnbeine des Hundes, sah, theils durch allmähliche Abnahme, den Durchmesser von 0,0012 — 0,0016‴ und enden z. Th. scheinbar frei, in welcher Beziehung jedoch durch neue Untersuchungen erst festzustellen sein wird, ob nicht auch hier, wie an so vielen andern Orten blasse Endfasern vorkommen. An den Gelenkenden mancher Knochen, so am Ellbogen, Knie, den Knöcheln, sah ich die Nerven reicher als sonst, in dem gefässreichen Bindegewebe über dem eigentlichen Perioste vielfach sich verästelnd und verbindend und vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, doch kamen mir Theilungen der Primitivfasern und Endigungen hier nicht zu Gesicht.

Die Knochennerven, die vielleicht mit Ausnahme der *Ossicula auditus* und *Ossa sesamoidea* überall vorkommen, verhalten sich nicht in allen Knochen vollkommen gleich. In den grösseren langen Knochen dringen dieselben einmal mit den Ernährungsgefässen als ein oder, wo zwei *Foramina nutritia* da sind, zwei ziemlich bedeutende (bis 0,16‴ messende), von blossem Auge sichtbare Stämmchen unmittelbar in die Markhöhle ein und verbreiten

sich hier, dem Laufe der Gefässe folgend, jedoch nicht immer an denselben anliegend, bis gegen die Apophysen zu im Marke, indem sie vielfach sich verästeln, jedoch, so viel ich wenigstens sah, nur wenige Verbindungen bilden. Zweitens besitzen alle diese Knochen auch in den Apophysen viele feinere Nerven, welche mit den hier so reichlichen Blutgefässen sofort in die schwammige Substanz sich begeben und im Marke sich verzweigen, und drittens endlich gehen selbst in die feste Substanz der Diaphysen mit den feinen, in dieselbe eindringenden Arterien ganz zarte Fädchen ein, die wohl unzweifelhaft hier sich verbreiten, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, sie mitten in der festen Substanz drin aufzufinden. Wie die grösseren verhalten sich auch die kleineren Röhrchenknochen der Hand und des Fusses, nur dass ihre zahlreichen Nerven wegen der hier unentwickelten Markhöhle nicht so regelmässig in Apophysen- und Diaphysennerven sich scheiden.

Von kurzen Knochen fand ich die Wirbel äusserst reich an Nerven, namentlich die Körper. Dieselben dringen sowohl von hinten im Begleit der hier liegenden Arterien und Venen *(Venae basivertebrales)* als auch vorn und seitlich mit den Gefässen ein und breiten sich im Marke der schwammigen Substanz aus. Auch im *Talus, Calcaneus, Os naviculare, cuboideum, cuneiforme I.* sah ich in den grösseren Knochen mehrere, in den kleineren wenigstens je Ein Nervenfädchen.

Im Schulterblatte und Hüftbeine sind die Nerven sehr zahlreich und zwar dringen dieselben vorzüglich an den oben bezeichneten Stellen mit den grösseren Gefässen theils in der Fläche, theils in der Gegend der Gelenkgruben ein. Auch im Brustbeine und in den platten Schädelknochen gelingt der Nachweis der Nerven nicht schwer. Bei letzteren sah ich schon bei Neugebornen im *Os occipitis* und *parietale* Nerven durch die *Foramina emissaria,* die um diese Zeit auch eine Arterie enthalten, eindringen und bei Erwachsenen finden sich im Scheitelbeine, Stirnbeine, Hinterhauptsbeine, obschon spärlich, doch hie und da mikroskopische Fädchen an den kleinen Arterien, die von aussen in die feste Substanz eintreten, und wahrscheinlich bis in die *Diploë* eindringen.

Aus diesen Beobachtungen, zusammengehalten mit denen von *Kobelt, Beck, Engel, Luschka* u. a. geht nun wohl der bedeutende Reichthum der Knochen an Nerven unzweifelhaft hervor. Den Ursprung dieser Nerven anlangend, so sind dieselben schon von Früheren zu Kopf- und Rückenmarksnerven verfolgt, wie die Diaphysennerven des *Femur*, der *Tibia*, des *Humerus* zu den *NN. cruralis, tibialis, ischiadicus* und *perforans Casseri*, ebenso ein Stirnbeinnerv zum *N. supraorbitalis*, was von mir für die Tibianerven und von *Luschka* für die gewisser Schädelknochen und der Wirbel bestätigt worden ist; doch betheiligt sich auch der *Sympathicus* an der Bildung derselben, wie neulich *Luschka* an den Wirbelnerven und schon früher *Kobelt* fand. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt diess, indem die Knochennerven in den Stämmen und Endigungen ganz an die sensiblen Aeste der Rückenmarksnerven erinnern und in den Stämmen ⅓ Fasern von 0,005—0,006‴, ⅔ solche von 0,002—0,004‴, in den stärkeren Aesten vorwiegend Fasern von 0,002—0,003‴, aber auch noch solche bis 0,006‴ hinauf, in den feinsten Verzweigungen endlich nur Fasern von 0,0012—0,0016‴ enthalten. Auch die Beinhautnerven, die oft nachweisbar mit den Knochennerven zu-

sammenhängen und zu den Extremitätennerven sich verfolgen lassen, stammen wohl vorwiegend aus den Rückenmarksnerven, jedoch soll auch bei ihnen eine Betheiligung des *Sympathicus* nicht in Abrede gestellt werden. Wie die Knochennerven enden, habe ich nicht gesehen, und kann nur soviel sagen, dass schliesslich von den Nerven im Marke feinste Aestchen aus etwas Neurilem und 1—2 feinen Fasern sich entwickeln, was jedoch aus diesen wird, blieb mir verborgen. Erwähnung verdient wohl auch noch, dass ich an zwei Orten an den Knochennerven vor ihrem Eintritte in Knochen *Pacini*'sche Körperchen fand, und zwar am Diaphysennerven der *Tibia* 2''' vor seinem Eintritte in das *Foramen nutritium* ein Körperchen und zwei andere am grössten Nerven des *Metatarsus hallucis* ebenfalls in der Nähe seines Eintrittes.

Die Bänder anlangend, so habe ich im *Ligamentum nuchae* des Ochsen einige feine, kleine Arterien begleitende Aestchen von 0,004''' mit feinen Fasern von 0,012—0,0015''' gesehen und von *Rüdinger* (l. i. c.) sind neulich auch in den fibrösen Bändern des Menschen Nerven nachgewiesen worden, die nach ihm in derselben Weise sich verhalten wie in Sehnen. Die *Membrana interossea cruris* besitzt vom *Nervus interosseus* abstammende Fädchen, welche aus 1—3 Fasern von 0,003—0,004''' gebildet, prächtige Verästelungen und scheinbar freie Endigungen der dunklen Primitivfasern darbieten. — Auch ein Nerv von 0,03''', der mit einer Arterie in den faserigen äusseren Theil der Symphyse hinein ging, mag hier erwähnt werden. — Von Knorpeln sah ich bisher nur beim Kalbe im Nasenscheidewandknorpel in den Knorpelkanälen neben Gefässen (Arterien) sehr deutliche feine Nervenstämmchen von 0,006—0,01''' mit Fasern von 0,0012—0,0016''' Dicke. — In den Gelenkcapseln finden sich viele Nerven (*Pappenheim*, ich, *Rüdinger*), und zwar sowohl in den sogenannten fibrösen Capseln und dem lockern Bindegewebe ausserhalb der Synovialhäute, als auch vorzüglich in diesen selbst (*Rüdinger*). Beim Kniegelenke sah ich Nerven auch in den grossen Gefässfortsätzen, die neben Arterien Nerven von 0,007—0,008''' mit feinen auch sich theilenden Fasern von 0,0008—0,002''' enthielten.

§. 103.

Entwickelung der Knochen. Die Knochen zerfallen in Betreff ihrer Entwickelung in zwei Gruppen, in knorpelig vorgebildete (primäre Knochen) und in solche, die in einem weichen Blasteme von einem kleinen Anfange aus sich gestalten (secundäre Knochen). Erstere sind schon in ihrem Knorpelzustande mit allen ihren wesentlichen Theilen (Diaphysen und Apophysen, Körper, Bogen und Fortsätze u. s. w.) versehen, entstehen in ihrer Knorpelanlage wie andere Knorpel und wachsen auch wie diese mehr oder weniger fort. Dann verknöchern sie, indem ein Theil des Knorpels vollständig von Knochensubstanz verdrängt wird, so dass dessen Perichondrium zum Perioste wird und erreichen von diesem Zeitraume an ihre endliche Gestalt theils auf Kosten des mit ihnen fortwuchernden Knorpelrestes, der nach und nach durch neu auftretendes Knochengewebe ersetzt wird, theils durch weiches verknöcherndes Gewebe, das Schicht für Schicht an der Innenfläche des Periostes sich ablagert. Die zweite Gruppe von Kno-

chen bildet sich aus einer ganz beschränkten weichen, nicht knorpeligen Anlage hervor und wächst auf Kosten derselben, die zuerst nur an ihren Rändern und bald auch an ihren Flächen sich immerfort neu entwickelt, weiter. Haben diese Knochen eine bestimmte Grösse erreicht, so kann das Gewebe, aus dem sie bisher sich vergrössert, theilweise verknorpeln und dieser Knorpel in dasselbe Verhältniss zu ihnen treten, wie bei anderen Knochen, immer aber bleibt der grösste Theil ihrer Bildungsmasse weich und geht die Hauptmasse des Knochens, ohne jemals knorpelig gewesen zu sein, aus demselben hervor.

So oft auch die Entwickelung des Knochengewebes schon besprochen worden ist, so hat man doch die Art und Weise, wie die Knochen als Organe im Ganzen entstehen, noch wenig berücksichtigt und haben *H. Meyer* (*Müll.* Arch. 1849) und ich (Zootom. Bericht, Leipzig 1849 und Mikroskop. Anatomie II. 1) dieselbe zuerst in ihren Einzelnheiten verfolgt, nachdem schon im Jahre 1846—1847 durch *Tomes, Sharpey, Bowman* und mich (Zürich. Mitth. I. p. 168) gewisse Hauptzüge derselben festgestellt worden waren. In neuester Zeit haben *Bruch, Virchow, Brandt, Tomes* und *de Morgan* werthvolle Ergänzungen geliefert, und *H. Müller* endlich verdanken wir es, dass die äusserst wichtige, zuerst von *Sharpey* hervorgehobene und später von *Bruch* gekannte, jedoch ganz allgemein missachtete Thatsache, dass die Knorpel nur Vorläufer der Knochen sind und beim Menschen nie wirklich zu solchen werden, über jeden Zweifel festgesetzt und in allen Einzelnheiten nachgewiesen wurde (siehe übrigens auch die Anm. zu §. 29).

§. 104.

Das ursprüngliche Knorpelskelet des menschlichen Körpers ist zwar weniger vollständig als das spätere knöcherne, allein immerhin ausgedehnt genug. Wir finden als Theile desselben 1) eine vollständige Wirbelsäule mit ebenso vielen knorpeligen Wirbeln als später knöcherne auftreten, mit knorpeligen Fortsätzen und mit Zwischenwirbelbändern, 2) knorpelige Rippen und ein knorpeliges, nicht gegliedertes Brustbein, 3) ganz knorpelige Extremitäten mit ebenso vielen und äusserlich ähnlich gestalteten Stücken als später Knochen da sind, mit einziger Ausnahme der Beckenknorpel, die eine einzige Masse ausmachen, 4) endlich einen unvollständigen knorpeligen Schädel. Dieses sogenannte Primordialcranium (meine Mikr. Anat. Tab. III. Fig. 1—3) bildet ursprünglich eine zusammenhängende Knorpelmasse, entspricht grösstentheils dem Hinterhauptsbeine (mit Ausnahme der obern Hälfte der Schuppe), dem Keilbeine (mit Ausnahme der *Lamina externa* des *Processus pterygoideus*), dem Zitzen- und Felsentheile des Schläfenbeines, dem Siebbeine, der untern Muschel, den Gehörknöchelchen und dem Zungenbeine, enthält aber auch einige Knorpeltheile, die nie verknöchern und entweder zeitlebens in diesem Zustande verharren, wie die meisten Knorpel der Nase, die Knorpelansätze am Zungenbeine, oder später verschwinden, wie vor Allem der *Meckel*'sche Fortsatz, zwei Knorpellamellen unter den Nasenbeinen, ein Knorpelstreifen, der den Griffelfortsatz mit dem Zungenbeine verbindet und zwei andere, von denen der eine von dem äussern Theile der *Ala parva* seitlich zur *Lamina cribrosa* geht, der andere von der knorpeligen *Pars mastoidea* und *petrosa* nach oben und vorn sich erstreckt. Mithin fehlen dem knorpeligen *Cranium* des Menschen vollständig das Schädeldach und fast ganz die Seitentheile, ferner fast Alles, was später von den Gesichtsknochen eingenommen

wird, doch sind wenigstens am eigentlichen Schädel die nicht von Knorpel gebildeten Stellen durch eine faserige Haut verschlossen, die nichts anderes als eine Weiterentwickelung der ursprünglichen weichen Schädelcapsel ist, so dass mithin der Schädel um diese Zeit, wenn auch nur zum Theil knorpelig, doch ebenso vollständig ist wie früher und immer noch seiner anfänglichen weichen Anlage entspricht. Bei Säugethieren, wie z. B. beim Schweine, kommen viel vollständigere knorpelige Schädel vor (meine Mikr. Anat. Tab. III. Fig. 4. u. 5).

Die Entwickelung der ersten Knorpelzellen anlangend, so ist es bei den Batrachiern leicht nachzuweisen, dass dieselben aus den ursprünglichen Bildungszellen hervorgehen (s. m. Mikr. Anat. II. 1. p. 349) und dasselbe gilt unzweifelhaft auch für den Menschen und die Säuger. Bei einem 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, dessen äussere Extremitäten sich eben hervorbildeten, war in denselben fast noch keine Spur von einem geformten Knorpel vorhanden, und die innersten Zellen der Extremitätenanlagen von den äusseren kaum zu unterscheiden. Dieselben waren 0,004—0,006‴ gross, kugelrund, mit graulichem körnigem Inhalte und minder deutlichen Kernen von 0,003‴ und bildeten ohne nachweisbare Zwischensubstanz ein wenig festes Gewebe. Später wandeln sich die Zellen in schöne rundlich-vieleckige, immer noch dicht beisammenliegende Bläschen mit deutlichen Wandungen um, die, wie eine Vergleichung der spätern Zustände lehrt, nichts andres als das sind, was man die Knorpelcapseln nennt.

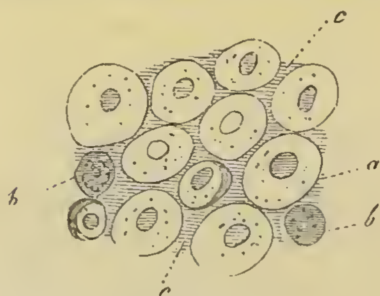


Fig. 142.

Zur Zeit, wo diese jungen Capseln deutlich werden, ist aber noch keine Zwischensubstanz vorhanden, vielmehr entsteht dieselbe erst etwas später und zwar, wie deutlich zu sehen ist, nicht durch Verschmelzung der Capseln, sondern zwischen denselben. Die weitere Entwickelung des Knorpels bis ans Ende des fötalen Lebens zeigt, abgesehen von der Verknöcherung, das Eigenthümliche, 1) dass die Zellen gerade wie bei Batrachierlarven durch endogene Zellenbildung stätig sich vermehren, während gerade wie bei diesen, von einer Entstehung von Zellen, unabhängig von den schon vorhandenen, keine Spur zu sehen ist und eine Anlagerung neuer Zellen von aussen vom *Perichondrium* her, welche Einige annehmen (s. §. 26), wenigstens nicht erwiesen ist, und 2) dass die Zwischensubstanz, die hier offenbar grösstentheils unabhängig von den Zellmembranen sich bildet, immer mehr zunimmt. Die Zellen anlangend, so sind dieselben nach *Harting* in dem zweiten Rippenknorpel im viermonatlichen Fötus 0,0036‴ lang, 0,0023‴ breit, und entspricht ihre Gesammtmasse so ziemlich derjenigen der Zwischensubstanz; bei Schweineembryonen von 3½″ Länge ist nach *Schwann* der von den kernhaltigen, hellen, dünnwandigen Zellen eingenommene Raum dreimal grösser als der der Zwischensubstanz; ich selbst finde die Knorpelzellen bei einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo 0,003—0,008‴ gross mit und ohne Tochterzellen, zum Theil mit deutlichen Wänden, zum Theil ohne solche und durch Zwischenräume einer ganz gleichartigen Substanz von 0,002—0,005‴ von einander getrennt. Bei Neugebornen messen sie nach *Harting* $0^{mm},032$—$0^{mm},028$ in der Länge, $0^{mm},0072$ in der Breite, sind 3—4mal so zahlreich als beim viermonatlichen Fötus, stehen dagegen jetzt an Masse der Zwischensubstanz bedeutend nach, welche mehr als das Doppelte derjenigen der Zellen ausmacht. Nach der Geburt wachsen in den nicht ossificirenden Knorpeln die Zwischensubstanz und die Zellen ziemlich gleichmässig fort, so dass ihr Verhältniss beim Erwachsenen ungefähr dasselbe ist, wie beim Neugebornen. Die Zellen sind beim Erwachsenen 8—12mal grösser als beim Neugebornen *(Harting)*, doch sollen dieselben nach ihm jetzt an Zahl abnehmen, so dass sie nur noch ungefähr die Hälfte von derjenigen beim Kinde betragen, was durch eine Verschmel-

Fig. 142. Knorpelzellen aus dem *Humerus* eines 6‴ langen Schafembryo. *a.* Zellen mit Kern und hellem Inhalte (zwei Zellen haben noch Reste des früheren dicken Cytoplasma); *b.* Zellen mit dichtem Inhalte ohne sichtbaren Kern; *c.* Intercellularsubstanz.

zung der Zellen erklärt wird. Mir scheinen die von *Harting* mitgetheilten Zahlen nicht hinreichend, um den angegebenen Satz zu begründen, und wenn auch derselbe feststände, könnte ich doch nicht mit der gegebenen Erklärung übereinstimmen, indem mir für die Annahme einer Verschmelzung von Knorpelzellen auch nicht Eine Thatsache zu sprechen scheint.

Hier sei auch noch kurz der *Chorda dorsalis* oder der Rückensaite Erwähnung gethan. Dieselbe ist ganz entwickelt ein cylindrischer, vorn abgerundeter und hinten zugespitzter knorpelartiger Streifen, der bei ganz jungen Embryonen in der Gegend der spätern Wirbelkörper und Schädelbasis vom Kopfe bis zum hintern Leibesende sich erstreckt und eine ungegliederte festere Körperaxe derselben bildet. Um diese *Chorda*, jedoch nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit ihr entstehen selbständig die knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper und der Schädelbasis und die *Ligg. intervertebralia*, worauf dieselbe dann später in den Wirbeln schwindet. An einigen Gegenden, wie im Steissbeine, im Zahn des *Epistropheus* und in der Schädelbasis erhalten sich nach den wichtigen Erfahrungen von *H. Müller* zusammenhängende Chordareste länger, so dass sie selbst nach der Geburt noch zu treffen sind, und nach *Müller* am letztgenannten Orte selbst zur Entstehung besonderer Geschwülste (der sog. Gallertgeschwülste am *Clivus*) Veranlassung zu geben scheinen (Zeitschr. f. rat. Med. III. R. II). Dasselbe gilt nach meinen Erfahrungen von den *Ligg. intervertebralia*, deren Gallertkerne einem guten Theile nach aus den gewucherten Chordaresten bestehen (s. oben §. 98).

§. 105.

Metamorphosen des ursprünglichen Knorpelskelettes. Von den ursprünglichen Knorpeln entwickelt sich ein Theil mit dem übrigen Skelette weiter und gestaltet sich zu den bleibenden Knorpeln der Nase, der Gelenke, Symphysen und Synchondrosen, ein zweiter geht im Laufe der Entwickelung vollständig unter (gewisse Schädelknorpel, siehe §. 104), der dritte grösste endlich ossificirt und bildet alle Knochen des Rumpfes und der Extremitäten und einen guten Theil derjenigen des Schädels. Alle diese Knochen verknöchern wesentlich auf dieselbe Weise. An einer oder mehreren Stellen der knorpeligen Anlagen derselben *(Puncta ossificationis)* beginnt eine Ablagerung von Kalksalzen zwischen die Knorpelzellen, so dass nach und nach der Knorpel, zuerst ohne wesentliche Aenderung seiner Zellen, in einen eigenthümlichen verkalkten Zustand übergeführt wird. Hierauf schmelzen die verkalkten Theile (Knorpelcapseln und Zwischensubstanz) ein und die so entstandenen grösseren Räume füllen sich mit den wuchernden Knorpelzellen (den Primordialschläuchen der Knorpelcapseln), die von nun an das junge Mark darstellen, aus welchem dann die junge ächte Knochensubstanz an die Reste des verkalkten Knorpels sich ablagert und nach und nach dessen Stelle einnimmt. Diese Umwandlung schreitet bald nur nach einigen, bald nach allen Seiten weiter und führt immer mehr Theile des Knorpels in Knochen über. Während diess geschieht, hört in den meisten Fällen der Knorpel in der einen Richtung zu wachsen auf und wird daher hier bald ganz durch Knochen vertreten, nach den andern dagegen wuchert er fort und liefert dem fortschreitenden Knochen immerzu neuen knorpeligen Bildungsstoff, der zum Theil, wie an den Epiphysen der Röhrenknochen, zu besonderen Knochenkernen sich entwickelt. Doch steht der Knochen auch da, wo er den Knorpel vollständig verdrängt und dessen Perichondrium zu seinem Perioste gemacht hat, in seiner Vergrösserung nicht still, vielmehr tritt nun bis zum vollendeten Wachsthume an allen diesen Stellen eine neue eigenthümliche Bildungsweise ein, die nämlich, dass ein an der Innenfläche des gefässreichen Periostes

und von diesem aus sich bildendes, weiches Gewebe von ihrer Berührungsfläche mit dem Knochen aus ossificirt, und in dem Maasse, als diess geschieht, vom Perioste aus sich immer wieder nacherzeugt.

§. 106.

Veränderungen im ossificirenden Knorpel. Der lebhafte Bildungsvorgang in den Knorpelzellen zur Zeit der Verknöcherung eines Knorpels beruht darauf, dass dieselben, die bisher klein und mit wenig Tochterzellen erfüllt waren, zu wachsen beginnen und eine Brut von Zellen nach der andern aus sich erzeugen, und dasselbe zeigt sich auch an den Verknöcherungsrändern schon vorhandener Knochen, wo unmittelbar am Knochen grössere und je weiter weg um so kleinere Zellen sich finden. Alle in der Einleitung zur Verknöcherung begriffenen Zellen besitzen eine nur wenig dicke Knorpelcapsel und einen meist deutlichen Primordialschlauch oder eine Knorpelzelle mit mehr klarem, seltener leicht körnigem Inhalte, sammt einem schönen, bläschenartigen, runden Kerne mit *Nucleolus* und leicht unterscheidbarer Wand, verändern sich jedoch bei Zusatz von Wasser, Essigsäure, Alkohol, durch Eintrocknen u. s. w. sehr rasch, so dass der Inhalt und die Hülle des Primordialschlauches um den Kern sich zusammenzieht und ein rundliches oder längliches, zackiges, selbst sternförmiges, körniges, dunkles Körperchen (Knorpelkörperchen der Autoren) bildet. Ihre Grösse und Stellung wechselt nach Alter und Ort nicht unbedeutend. Erstere anlangend, so zeigt sich während des Embryonallebens eine allmähliche Zunahme derselben, während nach der Geburt die Grösse der Zellen so ziemlich die gleiche zu bleiben scheint, und in Bezug auf letztere gilt es als Gesetz, dass wo die Knorpel nur nach einer Richtung verknöchern, die Zellen am Knochenrande reihenförmig angeordnet sind. Am ausgezeichnetsten ist diess, wie längst bekannt, an den Diaphysenenden der grösseren Röhrenknochen, wo die Reihen sehr zierlich und regelmässig parallel neben einander liegen und eine beträchtliche Länge besitzen, ebenfalls deutlich an allen übrigen langen Knochen und auch an manchen andern, sobald ihr Knorpel nur nach einer Seite verknöchert,

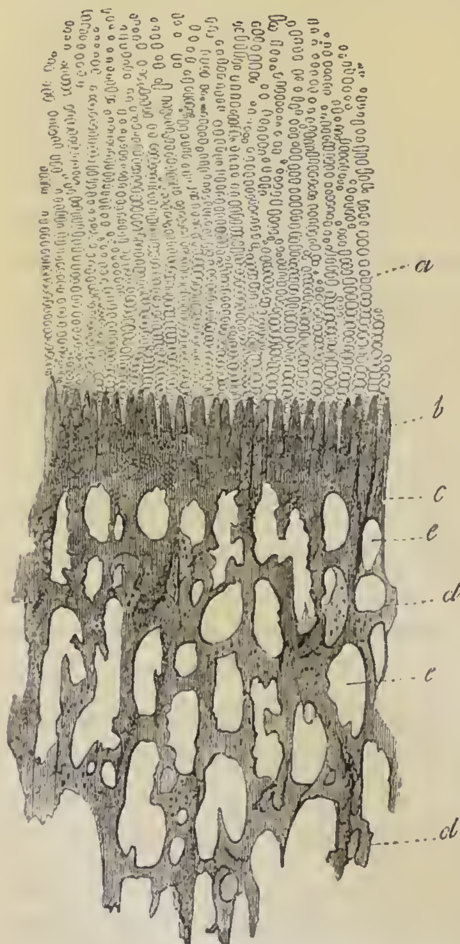


Fig. 143.

Fig. 143. Senkrechter Schnitt aus dem Verknöcherungsrande der Diaphyse des *Femur* eines 2 Wochen alten Kindes, 20mal vergr. *a*. Knorpel, dessen Zellen, je näher dem Verknöcherungsrande, in um so grösseren Längsreihen beisammenstehen. *b*. Verknöcherungsrand; die dunklen Streifen bedeuten die in der Intercellularsubstanz voranschreitende Verknöcherung, die helleren Linien die später verknöchernden Knorpelzellen. *c*. Dichte Knochenlage nahe am Verknöcherungsrande. *d*. Durch Aufsaugung gebildeter Knochensubstanz entstandene *Substantia spongiosa* mit Markräumen *e*, deren Inhalt nicht gezeichnet ist.

wie an den Verbindungsflächen der Wirbel. Wo dagegen die Knochenkerne inmitten eines Knorpels nach allen Seiten sich vergrössern, sind die Knorpelzellen in rundliche oder länglich runde, unregelmässig durcheinanderliegende Häufchen angeordnet, wie in den kurzen Knochen bei ihrer ersten Bildung und in den Epiphysen. Eine genaue Vergleichung der den Verknöcherungsrändern näheren und entfernteren Zellen und der einzelnen Haufen derselben lehrt, dass ihre eigenthümliche Lagerung mit der Art und Weise ihrer Vermehrung in bestimmtem Zusammenhange steht. Jeder einzelne Haufen (oder auch zwei derselben) nämlich entspricht gewissermaassen Einer einzigen ursprünglichen Zelle und stellt alle Abkömmlinge dar, welche im Laufe der Entwickelung aus derselben hervorgegangen sind. In den einen Fällen nun legen sich alle diese neugebildeten Zellen in eine oder zwei Reihen hintereinander und dann entstehen, wenn dieselben noch mehr wachsen, die oben erwähnten Reihen, in den anderen dagegen bilden sie mehr kugelförmige Massen. Die ursprünglichen Zellen (ersten Muttercapseln) gehen bei diesen Vorgängen, durch Verschmelzung ihrer äussern Zellenmembranen mit der Knorpelgrundsubstanz, bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Geschlechter. Bei den rundlichen Zellenhaufen ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch einen Umriss, der nichts anderes, als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind. — Die gesammte Lage, welche die eben beschriebenen vergrösserten und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen einschliesst, hat in den verschiedenen Knorpeln eine verschiedene Dicke, eine geringe um die Kerne der Epiphysen und kurzen Knochen herum, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$ an den Diaphysen. Ueberall zeichnet sie sich durch ihre gelbliche durchscheinende Farbe und ihre streifige, scheinbar faserige Grundsubstanz (*Brandt* sah diese auch homogen) von den übrigen wie gewöhnlich bläulichweissen, mit gleichartiger oder feinkörniger Zwischensubstanz versehenen Knorpeltheilen aus.

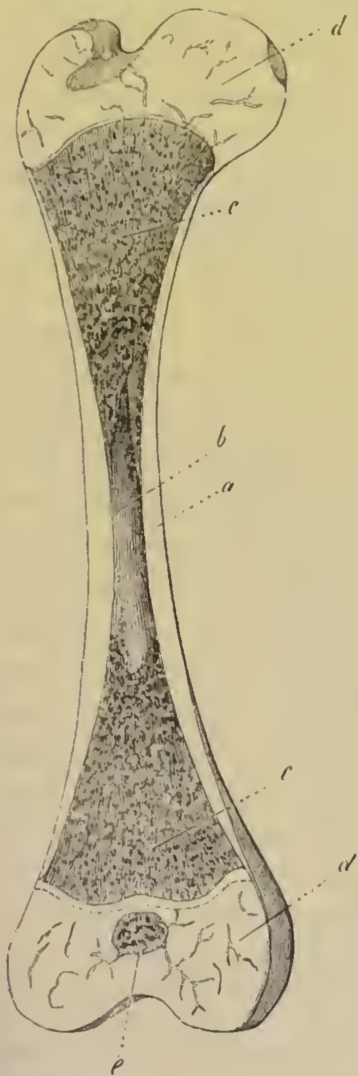


Fig. 144.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung sind die in verknöchernden Knorpeln auftretenden Gefässe, die von der Mitte des Fötallebens an in vielen derselben, bei einzelnen, wie z. B. den Wirbeln, auch schon früher sich finden, kürzere oder längere Zeit den später auftretenden Knochenkernen vorangehen und ihr Wachsthum begleiten und selbst bei einem 16jährigen Individuum in den Gelenkknorpeln der

Fig. 144. Oberschenkel eines zwei Wochen alten Kindes, natürliche Grösse. *a. Substantia compacta* der Diaphyse; *b.* Markhöhle; *c. Substantia spongiosa* der Diaphyse; *d.* knorpelige Epiphysen mit Gefässkanälchen; *e.* Knochenkern in der untern Epiphyse.

Epiphysen der langen Röhrenknochen von mir beobachtet wurden, wo sie vom Knochen aus in grosser Zahl senkrecht in den Knorpel eindrangen, sich verästelten und etwas unter der freien Fläche desselben endeten. Die Knorpelgefässe liegen ohne Ausnahme in weiten, schon beim 5monatlichen Fötus 0,02—0,04''' messenden, im Knorpel ausgegrabenen und von länglichen schmalen Knorpelzellen begrenzten Kanälen, den Gefässkanälen der Knorpel oder Knorpelkanälen, welche vom *Perichondrium* aus, und, wenn schon ein gefässreicher Knochenkern da ist (Diaphysen), auch, obschon in früheren Zeiten wenigstens in geringerer Zahl, von dem Verknöcherungsrande desselben aus in den Knorpel eindringen, in verschiedenen geraden Richtungen unter Abgabe einiger Aeste denselben durchziehen und allem Anscheine nach, ohne Verbindungen untereinander einzugehen, blind und meist kolbig angeschwollen enden. Diese Kanäle entstehen durch eine Erweichung der Elemente des Knorpels unter gleichzeitiger reichlicher Vermehrung der Knorpelzellen, ähnlich wie die Markräume der Knochen selbst, enthalten ursprünglich eine aus kleinen rundlichen Zellen zusammengesetzte Bildungsmasse (Knorpelmark), entsprechend dem fötalen Knochenmarke, und entwickeln in kurzer Zeit aus dieser wirkliche blutführende Gefässe, und eine aus mehr oder weniger entwickeltem Bindegewebe und später auch aus elastischen Fäserchen gebildete Wand. Die Gefässe selbst anlangend, so finde ich bald nur ein grösseres Gefäss (oft ganz deutliche Arterien mit muskulösen Wänden), bald zwei solche, bald Capillaren in verschiedener Zahl in einem Kanale, bin jedoch nicht im Stande zu sagen, wie der Kreislauf in diesen Gefässen sich macht. Es müssen entweder Verbindungen der Gefässe verschiedener Kanäle sich finden, oder, wenn die letzteren wirklich geschlossen sind, in einem und demselben Kanale doch wohl Arterien und Venen vorhanden sein. — Die Bedeutung dieser Knorpelgefässe ist eine doppelte, vor Allem die: den Knorpeln die zu ihrem Wachsthume und ihrer Weiterentwickelung nöthigen Stoffe zuzuführen, und zweitens auch die Verknöcherung zu fördern. Das Erste ist sehr augenfällig bei den dicken Epiphysenknorpeln, die so lange fortwachsen, bevor sie verknöchern und auch später in der Vergrösserung nicht stille stehen und das Letztere vielleicht vorzüglich bei den kurzen Knochen verwirklicht, die erst unmittelbar vor der Verknöcherung Gefässe erhalten. Hiermit soll nicht gesagt sein, dass ein Knorpel ohne Gefässe nicht wachsen oder nicht verknöchern kann; allein wenn Solches in der That bei Thieren, und vielleicht auch beim Menschen an einigen Orten (beim Auftreten der ersten Verknöcherungspunkte in Diaphysen, derjenigen in den Gehörknöchelchen z. B.), geschieht, so beweist diess noch nicht, dass die Gefässe, wo sie sich finden, für die bezeichneten Vorgänge ohne Bedeutung sind und es ist daher, womit auch *H. Müller* einverstanden ist, nicht zu billigen, wenn man, wie *H. Meyer*, dieselben für etwas Zufälliges, mit der Entwickelung der Knochen nicht in nothwendigem Zusammenhange Stehendes hält.

Obgleich *Schwann* die Bedeutung der endogenen Zellenbildung für das Wachsthum der Knorpel entgangen war, so konnte dieselbe doch den spätern Forschern nicht verborgen bleiben, obschon immer noch Viele nicht zur Annahme derselben sich entschliessen konnten (vergl. *Reichert*, Bindegew. p. 124), und habe ich schon im Jahre 1846 (*Annal. d. sc. nat. p.* 22) das Wachsthum des embryonalen Knorpels allein von der endogenen Zellenvermehrung abhängig gemacht. Für die Knorpel des Ossificationsran-

des *in specie* haben wohl zuerst *Todd* und *Bowman* (Phys. Anat. I. p. 121) und ich (Zürch. Mitth. 1847. p. 170) die endogene Zellenvermehrung bestimmt hervorgehoben, und später zeigten dann auch *Virchow* (Archiv 1849. III. p. 221) und *H. Meyer* (Müll. Archiv 1849) noch besonders, dass die Reihen und Haufen von Knorpelzellen an den genannten Rändern von je Einer Mutterzelle abstammen, womit ich im Wesentlichen übereinstimme, nur dass ich nicht jede Reihe von nur Einer Zelle ableite. Bringt man die Reihen der Knorpelzellen mit der besonderen Richtung der endogenen Zellenbildung in Zusammenhang, so ist es dann wohl ziemlich überflüssig, hier noch von einem „Sich richten" der Knorpelzellen (*Virchow*) oder einer „Verschiebung" derselben (*H. Müller*) zu reden. — Die Bildung der Knorpelkanäle und des Knorpelmarks betreffend, so glaubt *Virchow* (Arch. V. p. 428) in rachitischen Knochen gesehen zu haben, dass während die Knorpelsubstanz und die Knorpelcapseln streifig und trüb wurden, die Knorpelzellen oder Primordialschläuche grösser und körniger erschienen und eine Vermehrung ihrer Kerne darboten. Diese so veränderte Knorpelsubstanz ging dann allmählich in eine unzweifelhafte Marksubstanz über, die hie und da noch einzelne deutliche Knorpelreste umschloss, während sie zum grösseren Theile aus kleineren und grösseren ein- und mehrkernigen körnigen Zellen und der vorhin erwähnten Grundsubstanz bestand. — Ich kann jetzt, wie *H. Müller*, diese Erfahrungen für gesunde Knochen vollkommen bestätigen, und scheint es auch mir keinem Zweifel zu unterliegen, dass die ursprünglichen kleineren Zellen des Knorpelmarks Alle Abkömmlinge von Knorpelzellen sind, welche durch fortgesetzte Theilungen reichlich sich vermehrten, während zugleich ihre Capseln und die zwischen denselben befindliche Grundsubstanz sich auflösten. Aus den Zellen des Markes gehen dann durch rasch eintretende Umwandlungen die Gefässe der Knorpelkanäle und ihre bindegewebige Umhüllung hervor. — Diesem zufolge beruht die Entstehung der Knorpelkanäle vorzüglich auf einem vom Perichondrium oder von den Diaphysenknochen ausgehenden Einschmelzen des Knorpels in bestimmter Richtung, doch scheinen nach *H. Müller* die einmal gebildeten Kanäle auch durch Wucherung ihres Inhaltes und Verdrängung der benachbarten Knorpelsubstanz sich auszuweiten.

§. 107.

Umbildung des Knorpels in Knochen. Die erste Umwandlung, die an den Ossificationspunkten des Knorpels auftritt, ist seine Verkalkung durch körnige Niederschläge von Kalksalzen, sogenannte Kalkkrümel, welche in die Grundsubstanz und die Knorpelcapseln sich ablagern, während die Zellen anfänglich noch unverändert bleiben. In den kurzen Knochen und den Epiphysen bildet sich so ein mittlerer Kalkpunkt, während in den Diaphysen der langen Knochen in gewissen Fällen zuerst die Oberfläche des Knorpels ringsherum und erst etwas nachher auch das Innere verkalkt. Sind so die ersten Ossificationspunkte angelegt, so dehnt sich dann die Verkalkung des Knorpels bald, wie an den erstgenannten Orten, nach allen Seiten, oder, wie an den Diaphysen, nur nach zwei Seiten weiter aus und gesellen sich bald eine Reihe weiterer Veränderungen dazu, welche nun der Reihe nach im Einzelnen zu besprechen sind.

Die Ablagerung von Kalksalzen in die Knorpelgrundsubstanz macht sich immer in der Form der sog. Kalkkrümel. Diese sind rundlich-eckig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Lichte, unter CO_2-Entwickelung leicht löslich in Säuren, und in verschiedenen Knochen verschieden gross, vom unmessbar Feinen bis zu 0,001, selbst 0,002'''; doch scheint ihre Grösse nicht gerade nach Zeit und Ort sich zu richten, obschon sie allerdings häufig gleichmässig hier feiner, dort gröber auftreten, eher noch nach etwa vorkommenden Wechseln in der Zufuhr von Nährstoffen zum Ver-

knöcherungspunkte. Verfolgt man auf mikroskopischen Schnitten die Krümel vom Verknöcherungsrande in das Innere hinein, so zeigt sich, dass die Knorpelgrundsubstanz noch auf eine gewisse Strecke, obschon mit abnehmender Deutlichkeit, das körnige und dunkle Ansehen des Randes selbst darbietet, dann aber allmählich immer heller und durchsichtiger wird und endlich ein ziemlich gleichförmiges Ansehen annimmt. Allem Anscheine nach verschmelzen die ursprünglichen Krümel nach und nach mit einander, bringen so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das ganze Gewebe der Grundsubstanz des Knorpels zur Verkalkung und verschwinden hiermit als besonders zu unterscheidende Theile.

Die Bildung der Knochenhöhlen aus den Knorpelzellen anlangend, so glaubte ich früher durch Auffindung eines ausgezeichneten Objectes für die Beobachtung derselben, nämlich der rachitischen Knochen, die Sache in den wesentlichsten Punkten ins Reine gebracht zu haben, nun ergeben aber die Untersuchungen von *H. Müllèr*, dass bei der gewöhnlichen Ossification aus Knorpel die Knorpelzellen nirgends unmittelbar in sternförmige Höhlen übergehen, wie diess schon *Bruch*, freilich auf eine ziemlich unsichere Grundlage fussend, behauptet hatte, sondern erst mit ihren Abkömmlingen zu solchen sich gestalten und verliert hierdurch meine Beobachtung bei Rachitis an Werth.

Bei gesunden Knochen geht nach den Untersuchungen von *H. Müller* die Verknöcherung in anderer Weise vor sich und lassen sich hier folgende Haupterscheinungen unterscheiden. In erster Linie verkalkt, wie schon angegeben, die Grundsubstanz des Knorpels und auch die Knorpelcapseln; dann bilden sich aus den Knorpelzellen (den Primordialschläuchen derselben) durch fortgesetzte Theilungen eine Brut von jungen Zellen nach der andern, während zugleich die verkalkten Capseln durch Schmelzung ihrer Zwischenwände in einander sich öffnen und die Zwischensubstanz des Knorpels auch mit zerfällt, wodurch grössere buchtige Höhlungen, die jungen Markräume sich bilden. Endlich entsteht aus diesen jungen Zellen oder dem Bildungsmarke der Knochen theils die bleibende Knochensubstanz, die um die Reste der ossificirten Grundsubstanz des Knorpels sich herumlegt, theils das bleibende Mark mit seinen Gefässen und anderen Theilen.

Verfolgen wir nun diese Vorgänge im Einzelnen genauer, so ist von der Ossification der Grundsubstanz des Knorpels das nöthigste schon angegeben. Die Entstehung des ursprünglichen Knochenmarks und der ursprünglichen Markräume anlangend, so entstehen die letztern sowohl durch Verschmelzung der verkalkten Knorpelcapseln als auch durch Auflösung der Zwischensubstanz zwischen den Haufen oder Reihen derselben. Die Verschmelzung der Capseln zu grösseren Räumen ist an den Diaphysenenden wachsender Knochen äusserst leicht zu beobachten und entstehen durch dieselbe die in vielen Abbildungen wiedergegebenen längeren schmalen Höhlungen mit buchtigen Wänden (Fig. 145), welche den schon früher geschilderten Reihen von Knorpelcapseln entsprechen. Aber auch bei Epiphysenkernen und kurzen Knochen überzeugt man sich von diesem Einschmelzungsvorgange leicht, nur dass hier wegen der anders gestalteten Haufen von Knorpelcapseln von vorn herein mehr rundliche Höhlungen auftreten. In der Mehrzahl der Fälle nun ist dieses Einschmelzen der zusammengehörigen Knorpelcapseln der

erste Vorgang bei der Bildung der Markräume, bald jedoch und oft auch gleichzeitig damit beginnen auch benachbarte solche Höhlungen sich zu vereinen und so entsteht dann schliesslich das bekanntlich eigenthümlich durchbrochene spongiöse Gewebe, mit bald mehr länglichen, bald mehr rundlichen

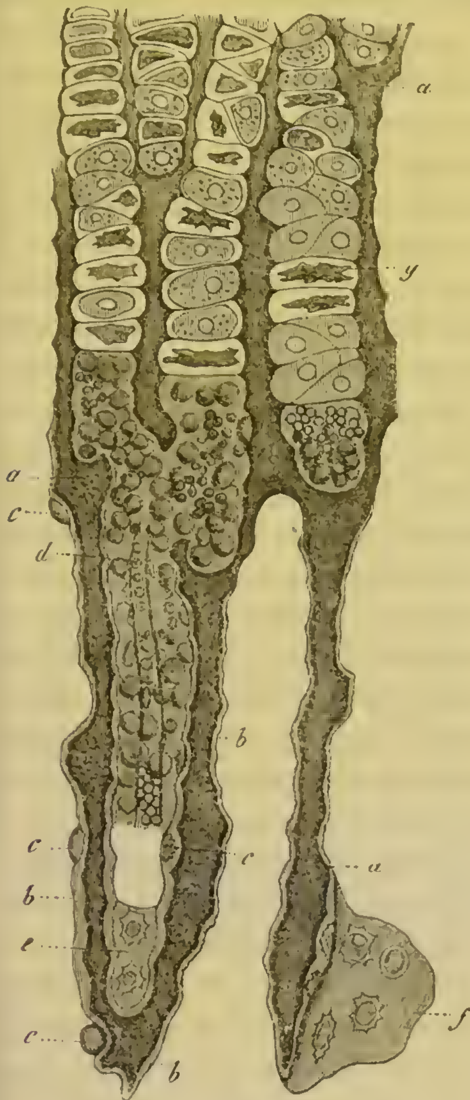


Fig. 145.

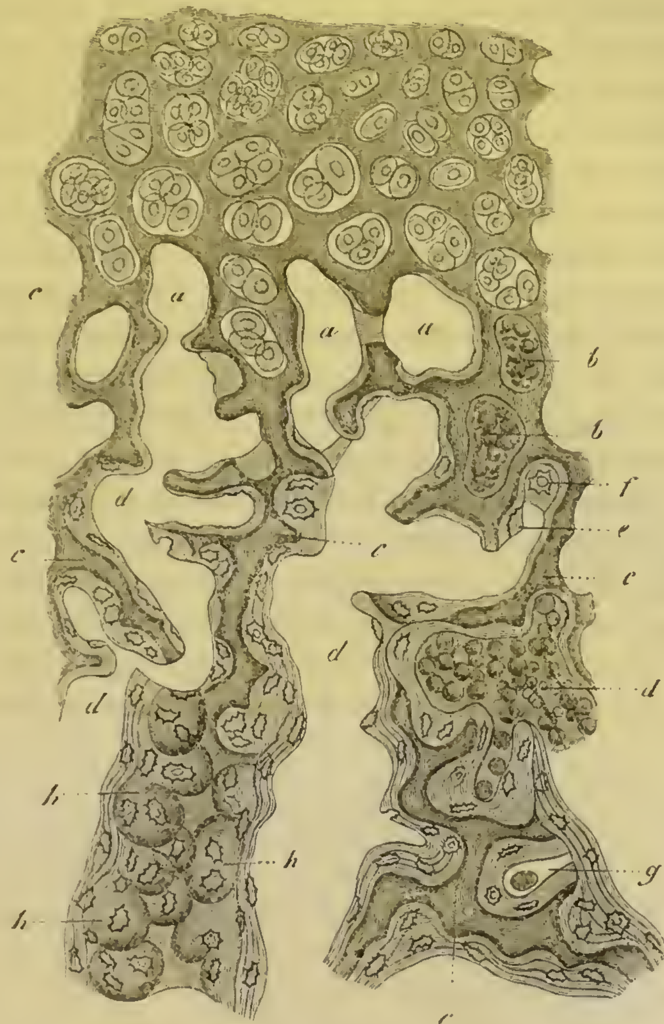


Fig. 146.

Maschen, das überall in einer gewissen Entfernung vom Verkalkungsrande des Knorpels zu sehen ist.

Noch kann bemerkt werden, dass in vielen Knochen gewisse Markräume unmittelbar aus Knorpelkanälen sich hervorbilden, da

Fig. 145. Längsschnitt durch den Ossificationsrand der Diaphyse des *Metatarsus* eines 2′ langen Rindsembryo. *a.* Knorpelgrundsubstanz, *b.* ächte Knochensubstanz, *c.* Markzellen im Uebergang in Knochenzellen, *d.* gefässhaltiges Mark, *e.* zwei Knochenzellen von der Fläche in einer ganz dünnen Lage ächten Knochens, *f.* ein eben solches grösseres Stückchen, *g.* geschrumpfte primordiale Knorpelzellen. Nach *H. Müller*.

Fig. 146. Längsschnitt durch den Ossificationsrand einer Phalanxepiphyse vom Kalbe. *a.* Kleine Markräume, *b.* ebensolche mit Markzellen, deren Verbindungsstellen mit den andern nicht sichtbar sind, *c.* verkalkte Grundsubstanz des Knorpels, *d.* grössere Markräume, einer mit den Markzellen und dem Blutgefässe, die anderen absichtlich leer gezeichnet, *e.* Markzelle in der Umwandlung in eine Knochenzelle, *f.* geöffnete Knorpelcapsel mit einer scheinbar sie ganz erfüllenden Knochenzelle, die nur an ihrer einen Wand liegt, *g.* theilweise ausgefüllte Knorpelcapseln, *h.* mit Knochenzellen ausgefüllte Reste von Knorpelcapseln von anderer Knochensubstanz überlagert. Chromsäurepräparat nach *Müller*. 350mal vergr.

ein Theil der letzteren am Ossificationsrande unmittelbar mit den Räumen im Knochen in Verbindung steht.

Die Markräume enthalten bei ihrer Entstehung ein weiches röthliches Gewebe, das **fötale Mark** oder Bildungsmark. Dasselbe besteht anfänglich aus nichts als aus etwas Flüssigkeit und vielen rundlichen Zellen, mit einem oder zwei Kernen und leicht körnigem Inhalte, von denen *Bidder*, *Rathke*, *Reichert* und später auch *Virchow* gezeigt haben, dass sie von den Knorpelzellen abstammen. In der That lässt sich, wie **ich** mit *H. Müller* bestätigen kann, in den Knorpelcapseln der Ossificationsränder bei sorgfältiger Untersuchung, besonders auch an rachitischen Knochen, leicht eine Brut von jungen Zellen nachweisen, die offenbar wie die Zellen des Knorpelmarks einer lebhaften Vermehrung der Primordialschläuche der Knorpelcapseln oder der eigentlichen Knorpelzellen ihren Ursprung verdanken und später, wenn die Knorpelcapseln in einander sich öffnen, unmittelbar zu den Markzellen werden. Mit der Zeit entwickeln sich diese Zellen, die mit den auch bei Erwachsenen in gewissen Knochen vorkommenden (siehe oben) verwandt sind, zu Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen und Nerven, ausserdem aber auch und vor Allem zu **wahrer Knochensubstanz**, welche an die Wände der Markräume oder mit andern Worten an das aus der Verkalkung des Knorpels hervorgegangene Balkenwerk sich anlegt. Die Bildung derselben geht nach *H. Müller's* Darstellungen, denen ich mich vollständig anschliesse, gerade so vor sich, wie in den Markräumen der aus Bindegewebe entstehenden Knochentheile, indem die Zellen zu den sternförmigen Knochenzellen auswachsen und gleichzeitig hiermit eine verkalkende gleichartige Zwischensubstanz zwischen denselben auftritt. Ausserdem ist noch das hervorzuheben, dass allem Anscheine nach unter regelrechten Verhältnissen beim Menschen keine Knorpelcapsel zu einer wirklichen Knochencapsel mit einer eingeschlossenen sternförmigen Zelle sich entwickelt. Die weiteren Schicksale dieser als Auflagerung auf die Reste des verkalkten Knorpels, wie es die Figg. 146 und 147 zeigen, entstandenen ächten Knochensubstanz anlangend, so sind dieselben verschieden. An den Diaphysenenden langer Knochen hat dieselbe, **so lange**

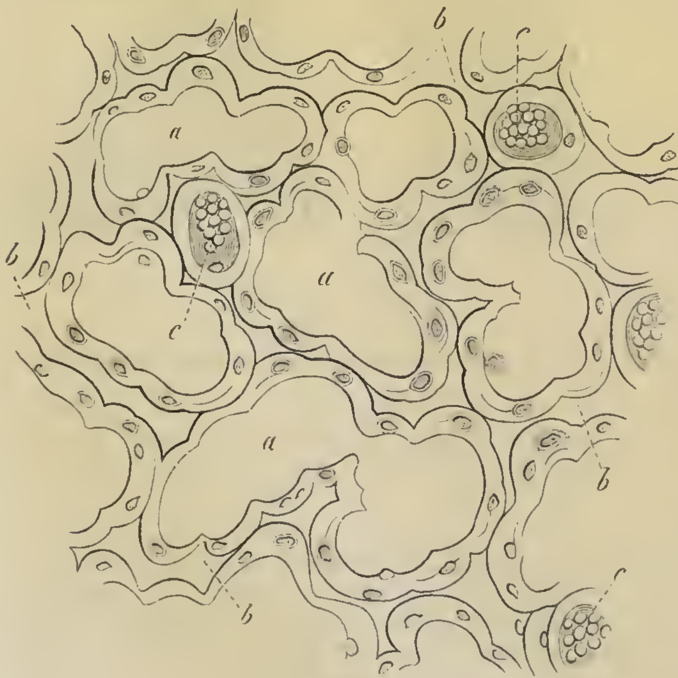


Fig. 147.

Fig. 147. Querschnitt durch die junge Knochensubstanz hinter dem Ossificationsrande der Diaphyse der *Tibia* eines älteren Kalbsembryo. Ausgepinseltes Salzsäure-Chromsäurepräparat. 250mal vergr. *a.* Markräume, aus denen die sie ganz erfüllenden Markzellen und Gefässe entfernt sind; *b.* Reste der verkalkten Knorpelgrundsubstanz; *c.* Markräume mit Markzellen. Alles Uebrige ist neu aufgelagerte ächte Knochensubstanz mit sich entwickelnden Knochenzellen, von denen einige noch nicht ganz in die verkalkende Zwischensubstanz eingeschlossen sind.

der Knochen wächst, nur vorübergehenden Bestand und wird, sammt den Resten des verkalkten Knorpels nach und nach zur Bildung der grossen Markhöhle verzehrt. Anders bei den kurzen Knochen und den Epiphysenkernen, bei denen immer ein bedeutender Theil der ursprünglichen Ablagerungen sich erhält, auch wenn später, wie z. B. im Innern der Wirbel, grössere Markräume auftreten. Die verkalkte Knorpelgrundsubstanz wird in diesem Falle entweder nach und nach ganz aufgesaugt oder es erhalten sich auch wohl einzelne Reste derselben, wie man diess z. B. hübsch an den Gehörknöchelchen zu beobachten Gelegenheit hat (S. Fig. 5 bei *Müller*).

Die Zellen des Bildungsmarkes, welche nicht zur Entwickelung der ächten Knochensubstanz dienen, werden für den Aufbau der Bestandtheile des reifen Markes verwendet und zwar schreitet die Blutgefässbildung sehr rasch voran, so dass die Knochen kurze Zeit nach der Entwickelung der Markräume auch schon Blutgefässe in denselben haben, langsamer die des Fettes und der Nerven, doch sind zur Zeit der Geburt die letzteren, natürlich mit feineren Fasern als später, in den grossen Röhrenknochen sehr leicht, ja leichter als beim Erwachsenen zu sehen, weil um diese Zeit das Mark sich noch leichter von ihnen und den grossen Gefässen abspülen lässt. Die Fettzellen kommen um diese Zeit nur spärlich vor, vielmehr ist das Mark, wenigstens beim Menschen, noch ganz roth vom Blut und den leicht röthlich gefärbten Markzellen. Nach der Geburt mehren sich dieselben nach und nach, bis endlich das Mark in Folge ihrer ungemeinen Zunahme und des Schwindens der Markzellen, die schliesslich alle oder fast alle in die Elemente des bleibenden Markes aufgehen, seine spätere Farbe und Festigkeit annimmt.

Es ist hier der Ort noch etwas über die Bildung der Gelenke und Synchondrosen beizufügen. Erstere entwickeln sich durchaus nicht an allen Orten gleich und sind von vornherein die Gelenke zwischen Deckknochen allein (Unterkiefergelenke) oder solchen und primordialen Knochen (Schlüsselbeingelenke) von denen des primordialen Skelettes zu trennen. Bei den letztern findet sich an gewissen Orten, wie diess die Embryologen seit *Rathke* von den Rippen und dem Brustbeine wissen, und wie diess auch *Vogt* für die Phalangen von *Triton* abbildet (*Alytes* Taf. III. Fig. 4), an der Stelle des spätern Gelenkes eine zusammenhängende Knorpelmasse, in welcher dann durch einen Erweichungsprocess eine Höhle sich bildet, während die Randtheile zu den Synovialcapseln sich gestalten. Andere Male liegt, wie *Bruch* (Beiträge p. 42) mit Recht angegeben hat, zwischen den Knorpelenden einfach weiche Bildungssubstanz, wie zwischen den *Ossa tarsi et carpi*, und nach dem, was ich sah, auch zwischen den grossen Extremitätenknochen, durch deren Resorption dann die Gelenkhöhle ebenso entsteht, wie im vorigen Falle, eine Bildungsweise, welche *Luschka* (Halbgelenke S. 6) für die einzig vorkommende hält. Beim Unterkiefer und Schlüsselbeine ist von einer ursprünglichen Vereinigung der später eingelenkten Theile keine Rede und findet sich daher hier eine Gelenkbildung, ungefähr wie die, welche in gewissen Fällen pathologisch zu beobachten ist. — Von Synchondrosen ist die Entwickelung derer des Beckens, die eine Art Gelenke darstellen, nach dem Gesagten klar. Von derjenigen der Wirbel ist Folgendes zu bemerken. Um die Chorda gestaltet sich bei sehr jungen Embryonen eine Bildungsmasse (äussere Scheide, *Rathke*), deren Zellen bald mit Ausnahme einer oberflächlichen in Bindege-

webe übergehenden Schicht zu Knorpelzellen werden. Diese unterscheiden sich bald durch ihre Anordnung, so dass Wirbelkörperanlagen und Verbindungsmassen derselben zu unterscheiden sind, und wird dieser Unterschied dadurch bald grösser, dass in letzteren die Grundsubstanz streifig wird und die Chorda zu rundlichen Anschwellungen heranwächst. Aus diesen entsteht, wie schon angegeben, der spätere Gallertkern wenigstens grösstentheils, während die faserknorpeligen Theile der Ligamente zu der Hauptfasermasse derselben sich umwandeln, dadurch dass die Grundsubstanz mehr oder weniger entschieden sich zerfasert, während die Zellen z. Th. zu sternförmigen Saftzellen auswachsen. Mithin hat die Hauptmasse der Ligamente die Bedeutung von ächtem Knorpel und sind nur die oberflächlichsten Lagen, das ursprüngliche Perichondrium, wirklich Bindegewebe.

Meine Erfahrungen über die Bildung der Knochenzellen bei der Rachitis sind immer noch von Belang und bringe ich hier das auf sie Bezügliche bei. Die Knochenzellen bilden sich hier, wie es schon *Schwann* als möglich und *Henle* als Vermuthung aufstellten, ähnlich wie die verholzten Pflanzenzellen mit Poren- oder Tüpfelkanälen, aus den Knorpelcapseln durch Verdickung und Verknöcherung ihrer Wand unter gleichzeitiger Bildung von kanalartigen Lücken in derselben, während zugleich die von ihnen eingeschlossenen Primordialschläuche oder die Knorpelzellen zu den sternförmigen *Virchow*'schen Knochenzellen auswachsen. Bei rachitischen verknöchernden Diaphysen (s. m. Mikr. Anat. II. 1. Fig. 112) lässt sich dieser Vorgang aufs schönste beobachten. Verfolgt man die reihenweise gestellten, hier grösseren Knorpelcapseln des Ossificationsrandes von aussen nach innen, so findet man bald, dass dieselben da, wo die Ablagerung der Kalksalze, die meist ohne Kalkkrümelbildung zu Stande kommt, beginnt, statt ihrer nur durch eine einzige, mässig starke Linie bezeichneten Hülle eine dickere Membran zeigen, die auf der innern Seite zarte Einkerbungen besitzt. Hat dieselbe nur 0,001‴ Dicke erreicht, so erkennt man schon, dass die Höhlen der Knorpelcapseln in die Knochenhöhlen sich umzuwandeln im Begriffe sind, und noch deutlicher wird dieses, wenn man weiter nach dem Knochen zu die Dicke der besagten Membranen unter gleichzeitiger Verkleinerung der Höhlung der Zellen immer mehr zunehmen, die Kerben ihrer innern Begrenzungslinie schärfer hervortreten und zugleich mit dem Vorschreiten dieser Veränderungen auch die Wandungen durch Aufnahme von Kalk immer dunkler werden sieht. Die späte Verknöcherung der Grundsubstanz zwischen den Capseln erleichtert die Beobachtung aller dieser Veränderungen sehr und erlaubt nicht bloss die ersten Umwandlungen der Knorpelcapseln ganz genau zu erforschen, sondern auch die Zustände derselben in späteren Zeiten, wo sie schon Knochencapseln und Knochenhöhlen genannt werden müssen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Diesem Umstande allein ist es zuzuschreiben, dass sich hier auch noch die nicht unwichtige Thatsache feststellen lässt, dass Knorpelcapseln, die Tochterzellen in sich schliessen, in ihrer Gesammtheit in eine einzige zusammengesetzte Knochencapsel übergehen. Sehr häufig finden sich solche mit zwei Höhlen, die je nach dem Grade der Entwickelung bald weit und mit kurzen Ausläufern versehen sind, bald durch enge Höhlungen und lange Kanälchen ganz an ausgebildete Knochenhöhlen erinnern; seltener sind zusammengesetzte Capseln mit 3, 4 und 5 Höhlen, doch kommen auch solche hie und da fast in jedem Schnitte vor. In allen diesen Knorpelcapseln und in den aus ihnen hervorgehenden Knochencapseln nun ist nicht nur, wie ich früher glaubte, der Rest des ursprünglichen Zelleninhaltes sammt dem Zellenkerne, sondern auch noch die ursprüngliche Knorpelzelle oder der Primordialschlauch enthalten, nur dass sie kleiner ist. Da dieselbe an ganz frischen Stücken die Höhlung der Knorpelcapsel genau ausfüllt, so wird sie wohl schon von Anfang an durch zarte Fortsätze in die Porenkanälchen der verdickten Capsel hineinragen, doch ist es mir noch nicht gelungen, dieselbe in den früheren Zeiten als sternförmiges Gebilde zur Anschauung zu bringen, während diess in den spätern durch Erweichung in Salzsäure äusserst leicht gelingt.

Dem in diesem §. Bemerkten zufolge ergibt sich das überraschende Resultat, dass

keine einzige Knorpelcapsel des Ossificationsrandes unmittelbar zu einer sternförmigen ächten Knochenzelle wird, und diese vielmehr erst aus den Abkömmlingen der primordialen Knorpelzellen und zwar in derselben Weise wie bei der Bildung der Lamellen der *Havers*ischen Kanäle sich entwickeln. — *Sharpey* ist der erste, der von diesen Verhältnissen gewusst hat, denn er behauptete schon seit langem, dass der Knorpel nur eine provisorische Bedeutung für die Knochenbildung habe (*Quain's Anatomy*). Dieser Auffassung schloss sich später auch *Bruch* an, indem er den Satz aufstellte, dass aus dem Knorpel nie Knochenhöhlen mit Ausläufern, sondern nur einfache Lücken, die zuweilen noch eine geschrumpfte Knochenzelle enthalten, sogenannte primordiale Knochenkörper entstehen, doch enthält die Abhandlung dieses Verfassers keine überzeugenden Beweise für diese seine Behauptung und findet sich namentlich in derselben nichts, was geeignet wäre, die Bedenken zu entkräften, welche ich gegen diese Aufstellung erhob (Handb. 2. Aufl. p. 262). Obschon ich zugab, dass, wie ich es übrigens schon vor *Bruch* beschrieben hatte, in junger Knochensubstanz viele Knorpelzellen aufgesaugt werden, ohne je ächte Knochenzellen geworden zu sein (1. Aufl. p. 245), und auch schon früher (1. Aufl. p. 251) angegeben hatte, dass auch in der aus Knorpel entstehenden schwammigen Substanz später secundäre Ablagerungen vorzukommen scheinen, so konnte ich doch nicht umhin, darauf aufmerksam zu machen, dass auch die aus Knorpeln hervorgegangene schwammige Substanz der Apophysen und der inneren Theile der Wirbel und kurzen Knochen überhaupt ächte strahlige Knorpelhöhlen enthält, und schien es mir desswegen unzweifelhaft, dass auch Knorpelzellen unmittelbar zu solchen sich gestalten können, um so mehr, da auch meine Beobachtungen an rachitischen Knochen, die *Rokitansky* und *Virchow* bestätigt hatten, das Vorkommen einer solchen Entwickelung bewiesen. Nun hat aber *H. Müller* durch neue und mit grosser Sorgfalt gemachte Untersuchungen an mit Chromsäure behandelten Knochen diese Einwürfe beseitigt, indem er zeigt, dass, wovon *Bruch* keine Ahnung hatte, die ächten Knochenzellen nicht unmittelbar aus den Knorpelcapseln, sondern aus der von ihnen erzeugten jungen Brut oder den Markzellen sich entwickeln. Ich selbst habe zuerst durch *Müller's* Präparate, dann aber auch durch eigene, der Wichtigkeit der Sache entsprechend sorgfältig angestellte Untersuchungen, mir die Ueberzeugung verschafft, dass *Müller's* Darstellung in allen Hauptpunkten vollkommen richtig ist und wird dieses mein Zeugniss um so eher Zutrauen verdienen, als ich meiner früheren Stellung zu dieser Frage wegen, von vorn herein nichts weniger als das Bestreben hatte, einfach seine Angaben zu bestätigen. Noch bemerke ich, dass die schönsten und überzeugendsten Bilder von den Knochen gewisser Fische zu erhalten sind, unter denen ich vor Allem *Amia* und *Polypterus* namhaft mache, bei denen die verkalkte Knorpelmasse sehr lange sich erhält und das Verhalten des ächten Knochens zu ihr äusserst deutlich sich darstellt.

Es bleiben übrigens immer noch mehrere Punkte weiter zu untersuchen. Vor Allem die Entwickelung der ächten Knochensubstanz. Untersucht man die jungen Markräume hinter den Ossificationsrändern, so findet man dieselben anfänglich ganz und gar mit rundlichen Zellen erfüllt und von Zwischensubstanz keine Spur. Die jungen Knochenlamellen enthalten nun aber entschieden Zwischensubstanz und Zellen, und es bleibt demnach nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die Markzellen die Zwischensubstanz ablagern, während immerfort die äussersten derselben in Knochenzellen übergehen. Wie diess letztere geschieht, ist auch noch nicht ganz klar. Pinselt man feine Schnitte erweichter wachsender Knochen aus — was beiläufig gesagt ein vortreffliches Verfahren ist, um die eigentlichen Vorgänge der Knochenbildung zu erforschen — so findet man sehr häufig einzelne Markzellen in verschiedenen Graden aus der eben entstandenen Knochengrundsubstanz hervorragen und findet dieselben an der festsitzenden Seite mit kurzen Spitzchen versehen, während sie an der andern noch ganz glatt sind. Liegen dieselben einmal ganz in einer sich bildenden Knochenlamelle drin, so zeigen sich die Zacken rings herum und bald, d. h. weiter nach innen, treten die ächten sternförmigen Knochenzellen auf. Somit sind die Zellen nicht vorher schon sternförmig, sondern werden diess erst zur Zeit ihrer Einschliessung in die verkalkende Grundsubstanz und bilden sich dann in dieser erst ganz aus, so dass sie zuletzt selbst unter einander zusammenhängen, ein Vorgang, der in seinen Einzelheiten noch nicht zu überschauen ist. — Zweitens die Bedeutung der Zellen anlangend, die zu ächten

Knochenzellen werden, bemerke ich folgendes. Wenn ich auch *Müller* zugebe, dass diese Zellen oft in keiner oder in nur sehr entfernter Beziehung zu dem verkalkten Knorpel stehen, in dessen Markräumen sie zu Knochenzellen sich gestalten, wie namentlich in gewissen Gegenden der Knorpel, die schon vor der Verkalkung Mark und Gefässkanäle enthalten, so ist doch nicht zu verkennen, dass in ebenso vielen Fällen die osteogenen Zellen die unmittelbarsten Abkömmlinge der Primordialschläuche der verkalkten Knorpelcapseln sind, an deren Innenwände sie als Knochenzellen sich ansetzen. Diess ist meiner Meinung zufolge für die meisten Fälle nicht zu bezweifeln, in denen die Knorpelcapseln nur durch enge Verbindungsöffnungen mit grösseren Markräumen zusammenhängen, wie auch in Fig. 145 einige vorkommen, und möchte auch noch in manchen andern sich finden. Es geht hieraus hervor, dass der Unterschied zwischen der ältern und neuern Anschauung nicht so gross ist, als er vielleicht auf den ersten Blick erschien, indem es doch häufig die nächsten Abkömmlinge (der 2., 3., 4. Zeugung) der verkalkenden Knorpelzellen sind, die die Rolle osteogener Zellen übernehmen; man vergesse jedoch nicht, dass das Hauptgewicht darauf zu legen ist, dass, während die frühere Anschauung geschlossene Knorpelcapseln mit eingeschlossenen Primordialschläuchen nach Art verholzender Pflanzenzellen zu Knochencapseln werden liess, nach *Müller* die Primordialschläuche (primordialen Knorpelzellen) allein es sind, die, sternförmig auswachsend, zu Knochenzellen sich gestalten. Bei dieser Auffassung tritt auch die die Zellen umschliessende Knochengrundsubstanz in keine nähere Beziehung zu den einzelnen Zellen, während sie früher einem guten Theile nach als Verdickungsschicht der Knorpelcapseln und als verknöcherte Wand derselben erschien.

Müller hat übrigens die Frage noch offen gelassen, ob die Bildungsweise, die ich an rachitischen Knochen aufgefunden habe und die auch er bestätigt, regelrecht irgendwo vorkomme oder nicht, und sich nur dahin ausgesprochen, dass die Knorpelcapseln in einer so überwiegenden Zahl von Fällen als solche zu Grunde gehen, dass man nicht daran denken könne, dieselben bei der regelrechten Ossification eine erhebliche Rolle spielen zu lassen, worin ich ihm für den Menschen und viele Thiere ganz beistimme mit dem Bemerken jedoch, dass es allerdings bei Thieren einzelne Fälle gibt (S. 94), in denen auch Knorpel ächte sternförmige Zellen liefert. — Auch insofern sind noch weitere Untersuchungen anzustellen, als noch nicht genau genug festgestellt ist, in wie weit die ossificirte Grundsubstanz des Knorpels und die ossificirten Knorpelcapseln als solche in der ächten Knochensubstanz sich erhalten. Meiner Meinung nach ist in ausgebildeter schwammiger Substanz von den verkalkten Knorpeltheilen in der Regel nichts mehr enthalten, wenigstens zeigt solche gewöhnlich ganz regelmässige Knochensubstanz mit dichtstehenden sternförmigen Höhlen, dagegen ist es wohl unzweifelhaft, dass an den Rändern der Knochen gegen den Knorpel die Verhältnisse andere sind. Namentlich ist die Knochenlage dicht unter den Gelenkknorpeln als wirkliche ossificirte Knorpelsubstanz zu betrachten und enthält dieselbe auch in der That keine ächten Knochenhöhlen. Dasselbe gilt wohl auch von den Stellen der Symphysen und Synchondrosen, die an den Knochen grenzen, in denen ebenfalls eher nur verkalkte Knorpelcapseln, als ächte Knochenhöhlen sich finden, sowie von einzelnen Stellen mitten in Knochen, auf welche schon *Tomes* und *de Morgan* und auch *Müller* die Aufmerksamkeit gerichtet haben. Auf jeden Fall erscheint für viele Geschöpfe die Bezeichnung primordiale und secundäre Knochenzellen als ganz gerechtfertigt und kann man mit *H. Müller* auch noch auf die bekannte Thatsache aufmerksam machen, dass, wo im Thierreiche Knorpel unmittelbar ossificirt, wie bei *Plagiostomen*, derselbe nur selten zackige Höhlen enthält, die an ächte Knochenzellen erinnern, wogegen auf der andern Seite allerdings auch zuzugeben ist, dass die Ossificationen aus Bindegewebe nicht nothwendig sternförmige Höhlen führen wie die Schuppen und Knochenstrahlen mancher Fische vor Allem lehren, und dass im Rehgeweihe auch verkalkter Knorpel mit sternförmigen Höhlen gefunden wird, der von ächtem Knochen nicht zu unterscheiden ist. Alles in Allem ist verkalkter Knorpel und Knochen nicht durch eine scharfe Kluft geschieden und gibt es auch hier Uebergänge, was sich leicht begreift, wenn man weiss, dass die Zellen, die die sternförmigen Knochenzellen liefern, Abkömmlinge der Knorpelzellen sind.

§. 108.

Elementarvorgänge bei den Ablagerungen aus dem Perioste. Das Periost der knorpelig vorgebildeten Knochen ist verhältnissmässig sehr dick und gefässreich und besteht schon vom fünften Fötalmonate an aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, von denen die letzteren mit der Zeit immer stärker werden und hie und da die Natur elastischer Fasern annehmen. An der innern Seite dieser ganz ausgebildeten Beinhaut nun sitzt ossificirendes Gewebe *(Blastème sous-périostal Ollier)* fest am Knochen anhaftend (Fig. 148 *B*), so dass es beim Abziehen derselben meist an ihm liegen bleibt, als eine mässig dicke, weiche, weissgelbliche Lamelle, in der die mikroskopische Untersuchung ein Fasergewebe mit nicht gerade besonders deutlicher Fibrillenbildung, etwa wie unreifes Bindegewebe, und körnige, länglichrunde oder runde kernhaltige Zellen von 0,006—0,01‴ Grösse nachweist. Hebt man diese Lamelle von dem Knochen ab, so findet man, dass sie sehr innig mit den oberflächlichsten Schichten desselben zusammenhängt und trifft an ihrer inneren Seite gewöhnlich einzelne losgelöste Knochenbruchstücke und zerstreut stehende Häufchen von röthlichem, weichem Mark aus den oberflächlichsten Knochenräumen. Der entblösste Knochen hat, wenn die Ablösung vorsichtig und mit Glück erfolgte, eine rauhe, wie grubige Oberfläche, mit vielen markhaltigen Räumen und ist in seinen äussersten Theilen auf grössere oder kleinere Strecken noch ganz weich, blassgelb und durchscheinend, weiter nach innen dagegen immer fester und weisslicher, bis er endlich das gewöhnliche Ansehen fertiger Knochensubstanz annimmt. Frägt man, wie die hier unzweifelhaft stattfindende Knochenbildung zu Stande kommt, so wird man auf das angegebene weiche Gewebe verwiesen, dessen in bindegewebartige Fasern eingestreute Zellen mit Knorpelcapseln nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, sondern ganz wie fötale Markzellen oder Bildungszellen von Embryonen oder auch wie die Primordialschläuche der Knorpelcapseln aussehen. In der That ist es nun nicht so schwer nachzuweisen, dass die äussersten, noch weichen Knochenlamellen mit ihren einzelnen Balken und Vorsprüngen in besagtes Gewebe übergehen und dass 1) die Grundsubstanz des Knochens aus dem Fasergewebe desselben durch einfache gleichmässige Ablagerung von Kalksalzen, jedoch, wie es scheint, in der Regel ohne vorheriges Auftreten von Kalkkrümeln entsteht, und 2) die Knochenzellen aus den Zellen des Bildungsgewebes sich hervorbilden; doch lässt sich in Betreff der letzteren die Umwandlung nicht so leicht Schritt für Schritt verfolgen. Nach *Virchow's* Entdeckung, welche ich vollkommen bestätigen kann, werden diese Zellen nach und nach sternförmig und wandeln sich

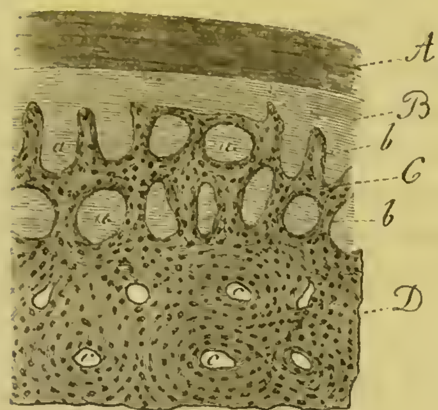


Fig. 148.

Fig. 148. Querschnitt aus der Oberfläche der Diaphyse des *Metatarsus* des Kalbes, 45mal vergr. *A.* Periost. *B.* Ossificirendes Gewebe. *C.* Junge Knochenlage mit weiten Räumen *a*, in denen Reste des ossificirenden Gewebes sitzen, und netzförmig verbundenen Balken *b*, die ziemlich scharf gegen *B* sich abgrenzen. *D.* Entwickeltere Knochenlage mit *Havers*ischen Kanälen *c*, die von ihren Lamellen umgeben sind.

so, wenn die Grundsubstanz ossificirt, unmittelbar in die sternförmigen Knochenzellen um. In Betreff der Entwickelung des ossificirenden Gewebes selbst, so ist dasselbe auf die ersten embryonalen Zellen zurückzuführen, welche nach und nach eine Zwischensubstanz zwischen sich abscheiden, die später faserig wird. Dasselbe wächst ähnlich junger Bindesubstanz an seiner äussern Seite auf Kosten der besagten runden Zellen, die beständig sich vermehren und immer neue Zwischensubstanz zwischen sich ablagern, wofür natürlich das Periost den Stoff liefert und erleidet nach innen zu beständig Umwandlungen, welche dasselbe schliesslich in Knochen überführen. Von den Zellen wandelt sich hierbei ein Theil in die Knochenzellen um, während ein anderer in seiner ursprünglichen Form verharrt und zum Mark der jungen Knochenlagen wird.

Die Knochenbildung in dem erwähnten Gewebe findet sich zwar an allen Stellen, wo dasselbe mit dem Knochen in Verbindung ist, hat jedoch, selbst bei den allerersten Ablagerungen aussen an eben ossificirenden Knorpeln, nicht in zusammenhängenden, sondern in netzförmig durchbrochenen Lamellen statt. Die rundlichen oder länglichen Räume (Fig. 148 *a*), die von Anfang an zwischen dem Knochengewebe übrig bleiben und in den verschiedenen Schichten mit einander in Gemeinschaft stehen, sind nichts als die Anlagen der *Havers*ischen oder Gefässkanälchen der festen Substanz, und enthalten weiches röthliches Mark, das offenbar anfänglich nichts anderes ist als der nicht ossificirende Theil des knochenbildenden Gewebes, jedoch bald mehr Bildungszellen als Zwischensubstanz führt. Sehr bald gestalten sich die Zellen dieser Räume zu gewöhnlichen leicht röthlichen Markzellen und verwandeln sich zum Theil in Gefässe, welche mit denen der innern Theile des Knochens und namentlich auch mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen und einmal mit den letzteren vereint, während des ganzen Dickenwachsthumes der Knochen mit ihnen in Verbindung bleiben, so dass die Bildung der Knochenlücken wenigstens später durch dieselben vorgezeichnet ist, die, dem Gesagten zufolge, aus der Beinhaut durch das ossificirende Gewebe zum Knochen gehen. Ausser Markzellen und Gefässen, sowie etwas Bindegewebe, enthalten die Knochenräume der Periostablagerungen auch noch runde, längliche oder zackige, abgeplattete, leicht körnige, zellenartige Körper von 0,01—0,02''' und darüber Grösse, mit 3—12 und mehr bläschenartigen Kernen und Kernchen, die wahrscheinlich

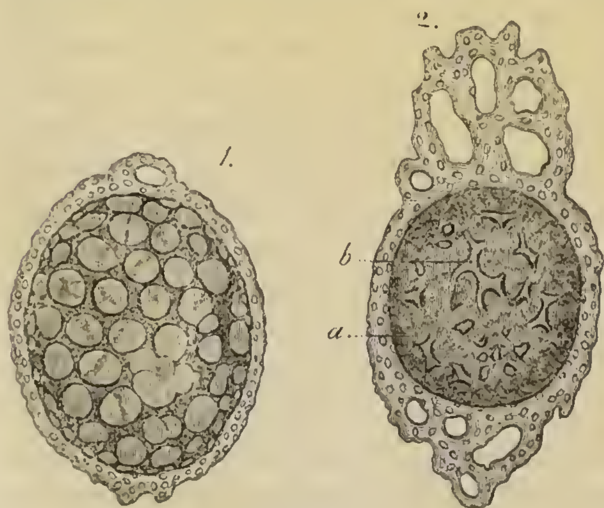


Fig. 149.

Fig. 149. Querdurchschnitte durch die Rippe eines 3monatlichen Embryo. Geringe Vergrösserung. 1. Stelle mit dünner Periostverknöcherung und ganz verkalktem Knorpel. 2. Eine weiter vorgeschrittene Stelle mit grösstentheils von Mark *a* vertretener Knorpelverkalkung, von der bei *b* noch Reste dasind. Die Periostablagerung mit flügelförmigen Anhängen mit Markräumen. Nach *H. Müller*.

zur Vermehrung der Markzellen in Beziehung stehen (siehe §. 11, Fig. 3). Die Periostablagerungen, die, dem Gesagten zufolge als siebförmig durchbrochene Lamellen, die aus Knorpel entstandenen Knochenkerne umlagern (Fig. 149), dauern nun, so lange die Knochen überhaupt wachsen, wesentlich in derselben Weise fort und bewirken die Dickenzunahme derselben, zugleich ergeben sich aber auch mehr oder minder wesentliche Veränderungen in ihnen und zwar die bedeutendsten in den grossen Röhrenknochen. Bei diesen finden wir, dass nach und nach, und zwar von der Geburt an deutlicher, im Innern eine grosse Höhle, anfangs mit fötalen Markzellen und später mit fertigem Marke erfüllt, sich entwickelt. Diese Markhöhle bildet sich ganz nach Art der schon im vorigen Paragraphen beschriebenen Markräume durch Verflüssigung der Knochensubstanz im Mittelstücke und zwar zuerst nur der aus der primitiven knorpeligen Anlage entstandenen unvollkommenen Knochenmasse (des verkalkten Knorpels) (Fig. 149, 2), bald auch der aus dem Perioste auf dieselbe aufgelagerten ächten Knochensubstanz, und entwickelt sich bemerkenswerther Weise immer weiter, so lange der Knochen überhaupt wächst. Mithin wird, ähnlich wie an den Enden der Diaphysen, so auch in der Mitte derselben, während äusserlich immer neuer Knochen sich anlegt, der schon gebildete von innen her fortwährend aufgelöst, und zwar verbinden sich diese beiden Vorgänge so, dass der Knochen während seiner Entwickelung gewissermaassen mehrmals sich wiedererzeugt und z. B. die Diaphyse eines fertigen *Humerus* kein Theilchen der Knochensubstanz derjenigen des Neugebornen und diese Nichts von der des dreimonatlichen Embryo enthält. Am deutlichsten werden diese Verhältnisse, so wie überhaupt die der Periost- und Knorpelablagerungen zu einander, durch ein Schema (Fig. 150), dessen ich mich schon längst bei meinen Vorträgen bediene. Vergleichen wir hier den ursprünglichen Knochen EE mit dem fast fertigen E^4E^4, so zeigt sich, dass beim Längenwachsthume der Diaphyse des letzteren auf

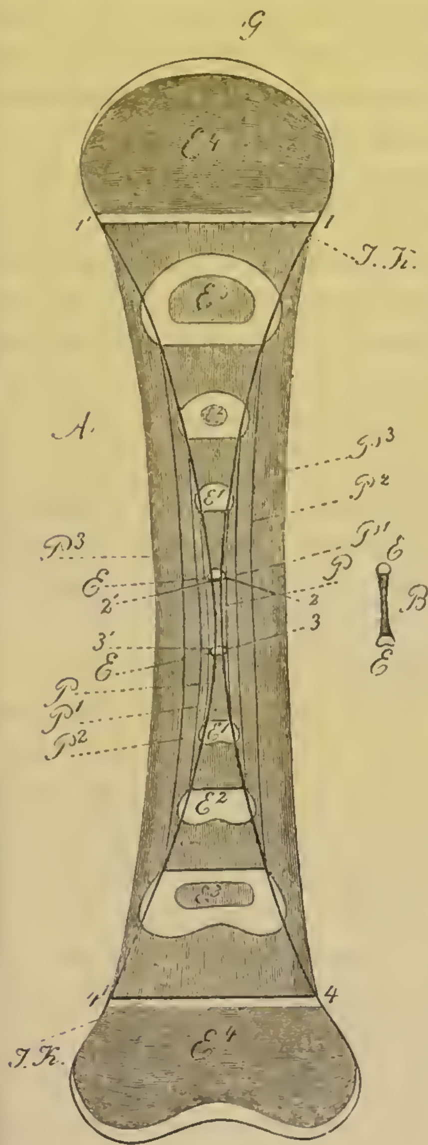


Fig. 150.

Fig. 150. Schema des Wachsthums eines Röhrenknochens. *B.* Erste Anlage in der Diaphyse schon ossificirt mit knorpeligen Epiphysen. *A.* Derselbe Knochen mit noch vier weiteren Stadien, E^1PPE^1, $E^2P^1P^1E^2$, $E^3P^2P^2E^3$, $E^4P^3P^3E^4$. P $P^1P^2P^3$ Periostablagerungen dieser vier Knochen. Das zwischen 1, 2, 3, 4 und 1^1, 2^1, 3^1, 4^1 Befindliche bezeichnet den Theil, der am grössten Knochen aus Knorpel entstanden ist. E^1E^1 knorpelige Epiphysen des zweiten Knochens, E^2E^2 Epiphysen des dritten Knochens, die eine mit einem Knochenkern. E^3E^3, E^4E^4 Epiphysen des vierten und fünften Knochens, alle mit grösseren Epiphysenkernen. *G.* Gelenkknorpel, *I. K.* interstitieller Knorpel zwischen den knöchernen Epiphysen und Diaphysen.

beiden Seiten auf Rechnung des fortwachsenden Epiphysenknorpels ein langer Kegel von Knochenmasse, 1, 2, 1', 2' und 3, 4, 3', 4' erzeugt worden ist, an den dann schliesslich die ebenfalls im Knorpel entstandenen Epiphysenkerne E^4E^4 sich anschliessen, während beim Dickenwachsthume desselben die immer längeren und in der Mitte immer dicker werdenden röhrenförmigen Schichten P, P^1, P^2, P^3 dazugekommen sind. Bei einem solchen Röhrenknochen hat demnach der gesammte, aus Knorpel hervorgegangene Theil die Gestalt eines Doppelkegels mit abgerundeten Grundflächen, der aus dem Perioste abgelagerte 1, 2, 3, 4, P^3 und 1', 2', 3', 4', P^3 die einer langen, in der Mitte dicksten Röhre ähnlich einem langgestreckten hohlen Fischwirbel mit trichterförmig vertieften Endflächen. Der Gelenkknorpel G ist der nicht verknöcherte Rest des Epiphysenknorpels und die in der Figur nicht bezeichnete Markhöhle (man kann sich dieselbe ungefähr durch die Umrisse des vierten Knochens E^3E^3 angedeutet denken) ist entstanden durch Auflösung der gesammten aus Knorpel und Periost entstandenen Knochenmassen der Diaphysen der jüngeren Knochen, hier der ersten drei EE, E^1E^1 und E^2E^2.

Bei den Röhrenknochen ohne Markhöhle und bei allen anderen Knochen, die im Innern nur schwammige Substanz enthalten, geht die Auflösung der jungen Knochensubstanz lange nicht so weit wie in den eben beschriebenen Fällen, d. h. nur bis zur Erzeugung eines lockeren schwammigen Gewebes im Innern, und finden wir daher z. B. in den Wirbeln, auch von den früheren Knochenanlagen, selbst von denen, die aus der Ossification von Knorpel in oben geschilderter Weise hervorgingen, noch mehr oder minder bedeutende Reste. Immerhin betrifft die Aufsaugung auch hier nicht bloss die aus dem Knorpel gebildeten Kerne, sondern auch die Periostablagerungen, von denen nur die letzten mehr in ihrer ursprünglichen Form als *Substantia compacta* dieser Knochen stehen bleiben.

Die *Havers*ischen Kanäle entstehen, wie aus dem Bisherigen zur Genüge hervorgeht, nicht wie die Markräume der aus Knorpeln ossificirenden primären Knochensubstanz durch Verflüssigung schon vorhandenen Gewebes, sondern sind nichts anderes als in den Periostablagerungen ursprünglich offenbleibende Lücken. Dieselben besitzen (siehe auch *Valentin* Entw. p. 262) in früher Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, so im *Humerus* von fünf Monaten 0,016—0,024''', beim Neugebornen nach *Harting* (p. 78) im *Femur* 0,010—0,024''', ebenso in den jüngst gebildeten Ablagerungen auch der späteren Perioden und sind in Bezug auf ihren Inhalt schon besprochen. Der wichtigste von ihnen noch zu erwähnende Umstand ist die Art und Weise, wie ihre Lamellensysteme entstehen. Dieselben kommen ebenfalls ohne Mithülfe von Knorpel zu Stande und sind nichts als allmähliche Ablagerungen aus ihrem Inhalte, der, wie schon angegeben wurde, mit dem ossificirenden Gewebe innen am Perioste ganz übereinstimmt und gewissermaassen nur ein anfänglich nicht verknöcherter Ueberrest desselben ist, nur dass derselbe so zu sagen ganz und gar aus Zellen besteht, und nur wenig gleichartige Zwischensubstanz enthält. Leicht ist die Beobachtung dieser Verhältnisse an jungen Knochen, bei denen die Periostablagerungen, bevor sie einer etwaigen Auflösung anheimfallen, durch diese neuen secundären Lamellen immer fester werden, aber auch in späteren Zeiten lässt sich sehr häufig an den Wänden der fraglichen

Kanälchen ein mehr oder weniger ossificirtes Gewebe (immer ohne Kalkkrümel) nachweisen. Während so die Gefässkanälchen auf der einen Seite durch secundäre Anlagerungen sich verengern, welche gerade wie bei den Periostablagerungen selbst geschichtet erscheinen, weil entweder das ossificirende Gewebe geschichtet ist oder die Kalkablagerung in bestimmten Zeiträumen stille steht, erweitern sich später wenigstens einige derselben durch Aufsaugung, wie z. B. die *Canales nutritii*, die grossen Gefässöffnungen an den Apophysen u. s. w. und wird, wie schon bemerkt, die feste Substanz an vielen Orten theilweise, an einigen selbst ganz aufgelöst.

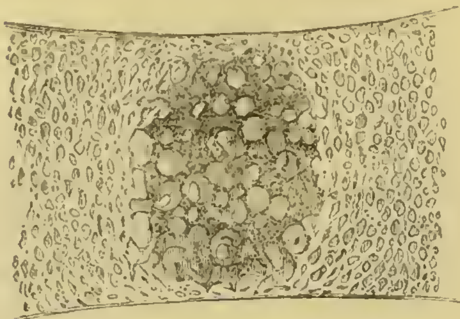
Wie die Knochen an den Stellen, wo Sehnen und Bänder ohne Vermittelung von Periost unmittelbar an sie sich einpflanzen, in die Dicke wachsen, ist noch unausgemacht. In den einen Fällen scheint das Bindegewebe der betreffenden Theile unmittelbar zu verknöchern, in andern sitzen Sehnen und Bänder an lange knorpelig bleibenden Theilen (Epiphysen, *Tuberositas calcanei* z. B.), und da kommt das Wachsthum dieser Stellen natürlich einfach auf Rechnung des Knorpels. Viele Ansatzstellen von Sehnen und Bändern (Achillessehne, *Lig. calcaneo-cuboideum* u. s. w.) sind mit Knorpelzellen versehen, und hier findet man bei jungen Individuen nicht selten verkalkte Knorpelcapseln, die den oben beschriebenen der Symphysen und anderer Stellen entsprechen.

Die Knochenbildung an der Innenseite des Periostes ist eine längst bekannte Sache, doch war man bisher allgemein der Ansicht, dass auch hier eine dünne Knorpellage derselben vorstehe, bis *Sharpey* und ich das Gegentheil bewiesen. Ueber die Natur des ossificirenden Gewebes und die Art, wie dasselbe sich bildet und weiter wuchert, sind die Ansichten immer noch getheilt. Die Frage, ob dieses Blastem Knorpel oder Bindegewebe sei, hat zwar, wie auch *Reichert* und *Virchow* bemerken, viel an Bedeutung verloren, seit durch *Virchow* die Uebereinstimmung der Knorpelzellen mit den Zellen der Bindesubstanz nachgewiesen und so die Verwandtschaft von Knorpel und Bindegewebe wirklich dargethan ist, nichts destoweniger halte ich dieselbe für keine ganz müssige, da nun gezeigt ist, dass die Knorpelcapseln in der Mehrzahl der Fälle nicht als solche zu Knochenzellen werden, und will ich daher noch bemerken, einmal dass die Zellen der verknöchernden Periostlagen sicherlich keine Capseln besitzen, wie die Knorpelzellen, und zweitens dass ihre Zwischensubstanz so bestimmt faserig ist, dass nicht bezweifelt werden kann, dass wir es hier mit einer Form von Bindegewebe zu thun haben und nicht mit hyalinem Knorpel, womit auch *Virchow* übereinstimmt.

Vergleicht man die Knochenbildung in knorpelig vorgebildeten Theilen und die vom Perioste aus, so ergibt sich, dass die aus Knorpel hervorgehenden Knochentheile vollkommen denen entsprechen, die beim Periostwachsthume die secundären Lamellen bilden, während im erstern Falle der verkalkte Knorpel, im letztern die aus Bindegewebe hervorgehenden oberflächlichen Periostverknöcherungen ein vorläufiges Gerüste abgeben, an das dann erst secundär die bleibende Knochenmasse sich ablagert. Wie in der fertigen Epiphyse von dem ursprünglichen Knorpel nichts mehr da ist als die dünne verkalkte Schicht unter dem Gelenkknorpel und vielleicht noch einzelne spärliche Reste weiter im Innern, und das ganze übrige aus secundären Ablagerungen besteht, so ergibt auch eine genauere Untersuchung einer vollendeten Diaphyse, dass in derselben das Meiste, d. h. alle *Havers*ischen Lamellen und die innern ringförmigen Schichten Bildungen zweiter Reihe sind, während von den ursprünglichen Verknöcherungen innen am Perioste nur die oberflächlichen ringförmigen Lamellen und die spärliche Knochensubstanz zwischen den *Havers*ischen Systemen sich erhielt. Histiologisch aufgefasst, so sind die vorläufigen Skeletbildungen hier verkalkter Knorpel und dort verknöchertes Bindegewebe, während die Hauptmasse der ächten Knochensubstanz verknöcherte einfache Bindesubstanz darstellt, mit einer gleichartigen Grundsubstanz und sternförmigen Zellen ohne secundäre Capseln, das weder mit Knorpel noch mit Binde-

gewebe ganz übereinstimmt, sondern zwischen beiden in der Mitte steht. Es kann nämlich, wie ich mit *Müller* annehme, keinem Zweifel unterliegen, dass die Grundsubstanz aller secundären Knochenablagerungen einfach gleichartige, nicht faserige Intercellularsubstanz ist, bei welcher Auffassung auch Knochen und Elfenbein ganz in eine Linie zu stehen kommen, während die primitiven Periostablagerungen in dem verknöcherten wahren Bindegewebe (Sehnen etc.) ihr Seitenstück finden.

Zum Schlusse sei hier über die Vorgänge bei der ersten Ossification der Diaphysen noch bemerkt, dass dieselben manchen Wechseln unterliegen. Bald ist hier eine mittlere Knorpelverkalkung das erste, wie die Fig. 151 es zeigt, bald die Bildung einer periostalen Rinde ächter Knochensubstanz, und noch andere Male treten beide Vorgänge ziemlich gleichzeitig auf. Immer aber geschieht nach *H. Müller* die Bildung von ächter Knochensubstanz im verkalkten Knorpel später, wenn sie überhaupt geschieht. Häufig nämlich zerfällt die verkalkte Knorpelsubstanz ganz und wird zu Mark, während die periostale Rinde durch Auflagerungen von Aussen sich verdickt, wie es die Fig. 149 zeigt. — Ueber die Entwickelung der Knochenzellen in den ossificirenden Periostlagen hat *Bruch* ganz eigenthümliche Ansichten aufgestellt (l. c.), denen ich mich unmöglich anschliessen kann.


Fig. 151.

Zur Untersuchung der Art und Weise, wie die Knochen in die Dicke wachsen, sind seit der Entdeckung *Duhamel's (Mémoires de l'Académie de Paris* 1742, p. 384 u. 1743, p. 138), dass die Knochen von Thieren durch Fütterung derselben mit Krapp *(Rubia tinctorum)* sich roth färben, an wachsenden Thieren namentlich durch *Flourens* eine grosse Anzahl von Versuchen mit dem genannten Farbstoffe gemacht worden, indem man anfänglich glaubte, dass derselbe nur die nach seiner Darreichung gebildeten Knochentheile färbe. Seitdem sich aber gezeigt hat (*Rutherfordt* bei *Hildebrandt-Weber* I, p. 339, *Gibson*, in *Meck.* Archiv IV. p. 482, *Bibra* l. c. und *Brullé* und *Huguény* l. c.), dass bei Krappfütterung der ganze wachsende Knochen und auch die Knochen erwachsener Thiere sich färben und zwar vorzüglich von allen Stellen aus, an denen sie mit den Blutgefässen in Verbindung stehen, indem auch das Mark sich färbt *(Bibra)*, weshalb auch die innersten Lagen der *Havers*ischen Kanälchen, die Oberflächen am Periost, die blutreiche junge Knochensubstanz stärker sich röthen, haben diese Versuche so ziemlich an Werth verloren, doch sind immer noch einige Punkte einer weiteren Erforschung auf diesem Wege werth, namentlich mit Bezug auf die neueren Angaben von *Brullé* und *Huguény*, die gestützt darauf, dass, wie sie behaupten, die Entfärbung wachsender gefärbter Knochen nur durch Aufsaugung des Gefärbten zu Stande komme, gefunden haben wollen, dass die Röhrenknochen auch von innen, namentlich an den Apophysen Knochensubstanz ansetzen, während an der äusseren Fläche oft gerade eine Auflösung solcher stattfinde, Angaben, über die ich mir vorläufig kein bestimmtes Urtheil erlaube, obschon auch ich es für ganz sicher halte, dass an vielen Stellen auch äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung an Knochen eine Resorption stattfindet. Nur durch eine solche Resorption ist die Vergrösserung des *Foramen magnum* vom sechsten Jahre an, in welchem die es begrenzenden Stücke verschmelzen, zu denken, und dasselbe gilt auch von den Löchern der Wirbel für das Rückenmark, und vielen Gefäss- und Nervenöffnungen *(Foramen ovale* und *rotundum* des Keilbeins, *Foramina intertransversaria*, *Canalis caroticus* etc. etc.). Mithin ist das von *Serres* aufgestellte Gesetz (*Meck.* Arch. 1822, p. 455), dass Knochenöffnungen durch das Wachsthum der einzelnen, sie begrenzenden Stücke sich vergrössern, für alle mitten in Knochen liegenden Löcher und Kanäle ganz unrichtig, wie diess schon *E. H. Weber* und *Henle* theilweise ausgesprochen, und auch für die andern nur für die ersten Zeiten gültig.

Die Ablagerungen aus dem Perioste stehen morphologisch in einem gewissen Gegen-

Fig. 151. Diaphyse des *Humerus* eines 2monatlichen menschlichen Embryo mit dem ersten Kalkpunkt im Knorpel. 100mal vergr.

satze zu der Knochensubstanz, die aus Knorpel sich entwickelt. Die ersteren bilden vorzüglich die feste Rinde der knorpelig vorgebildeten Knochen und zeichnen sich durch das Vorkommen der *Havers*ischen Kanälchen und ihrer Lamellensysteme aus, während die letztere die *Substantia spongiosa* erzeugt und keine Gefässkanälchen führt. Doch ist nicht zu vergessen, dass auch die meisten Periostablagerungen anfänglich gewissermaassen spongiös sind, und in allen diesen Knochen ohne Ausnahme zur Bildung der schwammigen Substanz und zwar oft sehr wesentlich beitragen, ferner dass die schwammige Substanz, die aus Knorpel entsteht, nach den neuesten Untersuchungen ganz oder fast ganz auf Rechnung secundärer Ablagerungen, ähnlich denen der *Havers*ischen Kanäle und der aus Periostablagerungen entstandenen spongiösen Substanz, zu setzen ist.

§. 109.

Nicht knorpelig vorgebildete Knochen kannte man beim Menschen bis vor Kurzem nur am Schädel, jetzt kommt nach *Bruch's* Entdeckung (Zeitschr. f. w. Zool. IV. p. 371) auch die *Clavicula* dazu. Die hierher gehörigen Schädelknochen entstehen ausserhalb des Primordialcranium zwischen ihm und dem Muskelsysteme, also innerhalb der Gebilde, die das Wirbelsystem bilden, sind bei dem ersten Auftreten des Schädels als häutige und knorpelige Capsel noch gar nicht vorhanden, sondern entstehen erst nach dem Primordialcranium aus einer später auftretenden Schicht, daher sie zum Unterschiede von den anderen primären Knochen, deren Bildungsstoff früher da ist, secundäre Knochen, oder auch, da sie an den meisten Stellen mit Theilen des Primordialschädels in Berührung sind, Deckknochen oder Belegknochen heissen. Es gehören zu denselben die Schuppe des Hinterhauptbeines in ihrer oberen Hälfte, die Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine und die Paukenringe, die Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, Oberkiefer, Unterkiefer, die Pflugschar und, wie es scheint, die innere Lamelle des Flügelfortsatzes des Keilbeines und die *Cornua sphenoidalia*. Das Bildungsgewebe dieser Knochen, das, verschieden von dem der primären Knochen, erst mit der Ossification in einer häutigen Grundlage nach und nach sich entwickelt und nicht schon vorher in einer grösseren Masse vorhanden ist, verhält sich im Wesentlichen ganz wie das der Periostablagerungen und ossificirt genau ebenso.

Die Annahme, dass gewisse Schädelknochen des Menschen und der Säugethiere nicht aus Knorpel sich entwickeln, ist keineswegs neu, doch haben erst *Rathke, Reichert, Jacobson* und ich das Morphologische dieser Frage und *Sharpey* und ich das Histiologische derselben festgestellt. Immerhin ist auch hier eine Uebereinstimmung der verschiedenen Ansichten noch keineswegs erzielt. Mit Bezug auf das Histiologische verweise ich auf das im vorigen Paragraphen Bemerkte, was dagegen die morphologische Seite der Frage anlangt, so will ich nur betonen, dass die Lehre vom Primordialcranium und den secundären Knochen sehr unabhängig ist von der Frage, ob die letztern aus Knorpel oder aus Bindegewebe entstehen. Dieselbe stützt sich darauf, dass die einen Knochen unmittelbar aus dem knorpeligen Primordialcranium hervorgehen, die andern aussen an demselben entstehen und nicht vorgebildet sind. Für Weiteres verweise ich auf m. Mikr. Anat. II. 1. S. 374. 375, und meine Bemerkungen in Zeitschr. f. w. Zool. II. p. 281, die ich immer noch vollkommen vertrete, dann auf die Arbeit von *Bruch* (l. c.) und auf die gegentheiligen Abhandlungen von *Reichert* (*Müll.* Arch. 1849. p. 442 und 1852 p. 528).

§. 110.

Die nicht knorpelig vorgebildeten Schädelknochen treten Alle zuerst in Gestalt eines ganz beschränkten, länglichen oder rundlichen, aus etwas Grundsubstanz und einigen wenigen Knochenhöhlen bestehenden Knochenkernes auf, der von einer geringen Menge weichen Gewebes umgeben ist. Wie dieser Kern entsteht, ist noch nicht beobachtet, doch möchte aus der Art und Weise, wie er fortschreitet, mit Sicherheit zu entnehmen sein, dass kurze Zeit vor seinem Auftreten an seiner Stelle eine kleine Lamelle von dem weichen geschilderten Gewebe sich bildet, die dann von einem Punkte aus durch Aufnahme von Salzen und Umwandlung ihrer Zellen verknöchert. Ist einmal ein erster Knochenpunkt, z. B. beim Scheitelbeine, da, so schreitet derselbe, während das hautartig ausgebreitete Bildungsgewebe in der Fläche wächst, so fort, dass bald ein zartes Blättchen von netzförmig vereinten Knochenbälkchen entsteht, die mit feinen Strahlen in das noch nicht verknöcherte Gewebe auslaufen (Fig. 152). Untersucht man dasselbe genauer, so findet man, dass die einzelnen Knochenbälkchen in dem hautartigen Bildungsgewebe durch Ossification seiner Elemente entstanden sind und dasselbe gewissermaassen, wo sie sitzen, ganz aufgezehrt haben, während Reste davon in ihren Lücken liegen geblieben sind, ferner, dass die Bildung der Knochenelemente ganz wie bei den Periostablagerungen vor sich geht, indem die einzelnen Knochenstrahlen immer weicher, blasser und ärmer an Salzen und in ihren Zellen immer ähnlicher den weichen Bildungszellen, endlich ohne Grenze in das weiche Gewebe auslaufen und in demselben sich verlieren. Anfänglich nun ist bei diesen Knochen nur ein Flächenwachsthum da, indem die Strahlen, weiter laufend und durch Queräste sich verbindend, das anfängliche Netz immer weiter führen, bald aber tritt auch eine Verdickung der anfänglichen Lamelle durch innere und äussere, auf sie abgelagerte Schichten und zugleich ein Dichterwerden je der ältesten Theile ein. Erstere kommt auf Rechnung des Periostes, das an den Flächen der secundären Knochen kurze Zeit nach ihrem Auftreten gefunden wird und entweder aus deren ursprünglichem Bildungsgewebe oder aus den benachbarten Theilen (Perichondrium des Primordialschädels, Muskel- und Sehnenüberzüge) sich hervorbildet, und geht genau in derselben Weise wie bei den Periostablagerungen der knorpelig vorgebildeten Knochen vor sich, so nämlich, dass an der Innenseite des Periostes ein weiches, wucherndes Gewebe sich findet, das von dem Knochen aus allmählich ossificirt, ohne je knorpelig gewesen zu sein (Fig. 153). Auf


Fig. 152.

Fig. 152. Scheitelbein eines 14 Wochen alten Fötus, 18mal vergr.

diese Weise nun bilden sich namentlich an der äusseren, aber auch an der inneren Seite des ersten Knochentäfelchens von demselben aus nach und nach neue Lamellen und wird die Knochenlage immer dicker. Alle diese neuen Lamellen sind wie die erste anfangs netzförmig durchbrochen und ihre rundlichen oder länglichen, verschieden grossen Zwischenräume hängen mit denen der schon vorhandenen und folgenden Lamellen zusammen, so dass die secundären Knochenkerne, gleich den Periostablagerungen, schon bei ihrem Entstehen von einem Netz von Kanälen durchzogen sind, die bald wie dort, zum Theil wenigstens, als *Havers*ische sich kund geben. Anfänglich nur von weichem Gewebe, den Resten des Bildungsmaterials der verschiedenen Lamellen, erfüllt, werden dieselben bald durch fortschreitende Ossificationen in demselben, die theils als Brücken durch sie hindurchsetzen, wie bei den Knochenstrahlen der Ränder, theils als Ablagerungen an ihre Wände erscheinen, immer mehr verengt und schliesslich die einen ganz geschlossen, die anderen in wirkliche Gefässkanäle umgewandelt, indem ihr Inhalt aus den nun als Markzellen erscheinenden ursprünglichen Bildungszellen Gefässe entwickelt, die mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen. Ist einmal ein solcher Knochen so weit, so ergeben sich seine späteren Veränderungen leicht. Durch immerfort an seinen Rändern und Flächen neu entstehendes Bildungsgewebe wächst er so lange in Fläche und Dicke fort, bis er seine bestimmte Gestalt und Grösse erreicht hat und zugleich entsteht in seinem Innern durch Verflüssigung seiner fest gewordenen Substanz nachträglich spongiöse Substanz (oder selbst grössere Höhlen), so dass er dann, wie ein aus Knorpel und Periostablagerungen entstandener Knochen schliesslich ebenfalls aussen feste Substanz mit *Havers*ischen Kanälchen, innerlich Markräume, jedoch mit deutlichen secundären Ablagerungen, enthält.

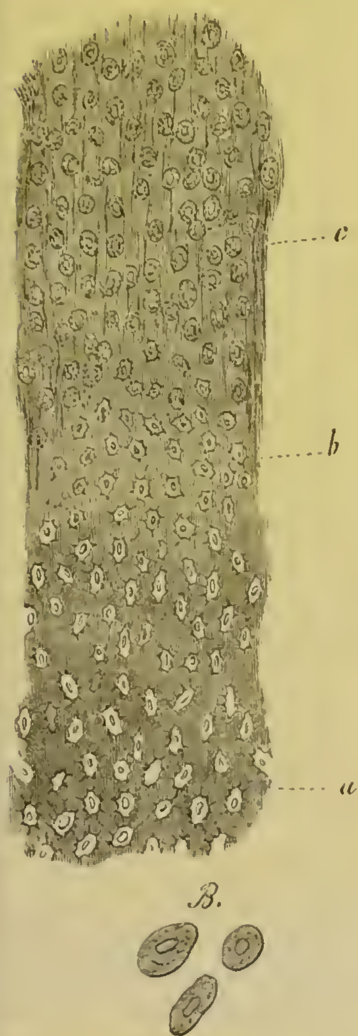


Fig. 153.

Die secundären Schädelknochen verknöchern zum Theil früher als die primären und meist nur mit Einem Kerne. Das weiche Gewebe, aus dem sie entstehen und das, so lange sie wachsen, an ihren Flächen und Rändern zu treffen ist, ist in seiner ersten Bildung noch nicht verfolgt, wuchert dann aber, wenn die erste Knochentafel einmal da ist, gerade wie bei den Periostablagerungen der andern Knochen vom Perioste aus an den Rändern und Flächen derselben fort. Die Grundsubstanz desselben ist ebenso faserig wie des subperiostalen Blastems der andern Knochen und was die Zellen anlangt, die wie bei den Periostablagerungen einfach dadurch, dass sie sternförmig auswachsen, zu Knochenzellen werden (Fig. 153), so sind dieselben länglich, messen beim Menschen

Fig. 153. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergr. *a.* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

meist 0,006 — 0,01''' und führen einen körnigen Inhalt mit länglichrunden Kernen von 0,0028—0,0048'''. Diejenigen unter ihnen, die das Dickenwachsthum besorgen, haben, mit Ausnahme derer der *Cavitas glenoidea ossis temporum*, nie die geringste Aehnlichkeit mit Knorpelzellen und verknöchern auch ohne Ausnahme mit ihrer Grundsubstanz ohne Kalkkrümel; die an den Rändern oder Enden dagegen können, wie es scheint, später die Natur von wahrem Knorpel annehmen. Das auffallendste Beispiel hiervon findet sich am Kopfe des Unterkiefers, an welchem schon während des Fötallebens eine mächtige Knorpellage sich herstellt, die, so lange der Knochen wächst, gerade wie ein Epiphysenknorpel seinem Längenwachsthume vorsteht. Aehnliches findet sich noch an der Gelenkgrube des Schläfenbeins, an den Enden der *Clavicula*, am *Angulus maxillae inferioris* (beim Kalbe) und an den vorderen Enden der beiden Unterkieferhälften, die durch eine halb faserige, halb knorpelige Masse, die mit der Symphyse sehr übereinstimmt, verbunden sind. Diese Thatsache verliert viel von dem Auffallenden, das sie zuerst an sich trägt, wenn man bedenkt, dass jeder Knorpel anfänglich weich ist und aus gewöhnlichen Bildungszellen besteht und dass, wie wir durch *Virchow* wissen, die Zellen des ossificirenden Blastems den Knorpelzellen gleichwerthig sind. Es brauchen daher nur zu einer gewissen Zeit die Bildungszellen des weichen Bildungsgewebes der secundären Knochen dieselben Veränderungen durchzumachen, wie die Bildungszellen des embryonalen Knorpels, um das Auftreten von Knorpel an den fraglichen Knochen zu bewirken. Weitere Untersuchungen müssen ergeben, ob solcher Knorpel nachträglich auch an anderen secundären Knochen und in welcher Ausdehnung derselbe bei Thieren sich findet. Noch kann erwähnt werden, dass, wenn ich früher angenommen, dass alle Verknöcherungen aus weichem Bildungsgewebe ohne Kalkkrümelablagerungen vor sich gehen, diess nur theilweise richtig ist, indem allerdings in manchen Fällen solche auch in diesen sich finden, jedoch nie in früheren Zeiten und im Ganzen genommen selten. Immerhin ist aber der Ossificationsrand auch in diesen Fällen nicht scharf, wie bei verknöcherndem Knorpel.

Dem Geschilderten zufolge zeigen die secundären oder Deckknochen in ihrer Entwickelung die grösste Uebereinstimmung mit den Periostablagerungen der andern Knochen. Auch bei ihnen ist eine Bindegewebsossification das erste, welche dann später z. Th. wieder einschmilzt und Lamellen ächten Knochens d. h. verknöcherter einfacher Bindesubstanz (siehe oben) Platz macht. Doch geht bei diesen Deckknochen die Aufsaugung des ursprünglichen Gerüstes nirgends weit und können sie als die Knochen bezeichnet werden, bei denen das ursprüngliche Gerüste am vollkommensten sich erhält. In ihnen finden sich daher auch die oben besprochenen *Sharpey*'schen radiären Fasern am vollkommensten, welche nichts als in eigenthümlicher Richtung verlaufende verkalkte Bindegewebsbündel sind.

Die letzten Veränderungen der secundären Knochen sind noch nicht alle genau erforscht. Wie dieselben untereinander und auch mit primären Knochen durch Nähte und Verschmelzung sich verbinden, ist so ziemlich bekannt. Am Schädeldache z. B. stehen die Knochen anfangs, da die ersten Knochenpunkte in der Gegend der *Tubera* der Scheitel- und Stirnbeine entstehen, weit aus einander und sind nur durch eine fibröse Haut mit einander verbunden, die die Fortsetzung ihrer beiden Periostlamellen ist und innen mit den Resten des häutigen Schädels der Embryonen und mit der *Dura mater* sich verbindet. Dann wachsen die Knochen immer mehr einander entgegen und kommen schliesslich, indem sie in der erwähnten Fortsetzung ihres Periostes immer weiter vorrücken, in der Stirn- und Sagittalnaht fast bis zur Berührung, doch bleibt noch lange eine grössere Lücke zwischen denselben, die vordere Fontanelle, die jedoch im zweiten Jahre sich schliesst, während zugleich die Knochen, die bisher mehr geradlinig aneinanderstiessen, ineinandergreifende Zacken ausbilden, bis sie schliesslich, wenn ihr Blastem ganz aufgezehrt ist, nur durch die Periostreste (sogenannte Nahtknorpel, besser Nahtbänder) vereint bleiben, die aber ebenfalls früher oder später, und zwar ohne Ausnahme an dem inneren Theile der Nähte, wo auch die Zacken sehr wenig ausgeprägt sind, zuerst, verknöchern können. — Sehr räthselhaft und kaum beachtet sind die Formveränderungen der ganzen Deckknochen während ihrer Entwickelung. Vergleicht man z. B. ein Scheitelbein eines Fötus oder Neugebornen mit dem eines Erwachsenen, so findet man, dass das Erstere eine viel

stärkere Krümmung besitzt und nicht etwa nur wie ein aus der Mitte des Ersteren ausgeschnittenes Stück sich verhält. Es muss daher dasselbe eine sehr wesentliche Aenderung in der Krümmung seiner Flächen erlitten haben, und diese kann, da an Druck nicht zu denken ist, nur durch ungleichmässige Ablagerungen innen und aussen, in der Mitte und an den Rändern, oder durch Ablagerungen einerseits, Resorptionen andererseits bewirkt worden sein. Dass ungleichmässige Ablagerungen wirklich vorkommen, sehen wir z. B. an den *Juga cerebralia* und *Impressiones digitatae,* den *Sulci meningei* etc., allein mir scheint, dass auch ohne die Annahme örtlicher Aufsaugungsvorgänge an gewissen Stellen nicht auszukommen ist. Oder wie will man sonst die Zunahme des *Margo orbitalis superior* an Breite, die Vergrösserung des Abstandes zwischen den *Tubera frontalia* auch nach der Verschmelzung der Stirnbeine, die Aenderung der Gestalt des Unterkiefers (das Grösserwerden der Entfernung zwischen den *Processus coronoidei* und der *Spina mentalis*, die Aenderung der Krümmung desselben, das theilweise Verschwinden und die Neubildung der Alveolen) u. s. f. erklären? Wir haben schon gesehen, dass auch bei den anderen Knochen etwas der Art durchaus anzunehmen ist, und daher werden wir auch hier keinen Anstand nehmen, obschon das Nähere der fraglichen Aufsaugungen unbekannt ist. Dass im Innern der secundären Knochen solche vorkommen, wurde schon erwähnt und beruht die Bildung der Diploë, die im 10. Jahre deutlicher wird, auf einer solchen. Dagegen entstehen die *Sinus frontales* und das *Antrum Highmori,* die ebenfalls erst später sich zu entwickeln beginnen durch eine von aussen (d. h. von Seiten der Nasenhöhlenflächen der betreffenden Knochen) nach innen dringende Einschmelzung.

Noch erwähne ich, dass auch die secundären Knochen, so lange sie wachsen, viel gefässreicher sind, als später, und selbst die Periostablagerungen der anderen Knochen hierin noch übertreffen, weshalb auch ihr Mark, das ebenfalls die vielkernigen, oben schon berührten räthselhaften Körper enthält, röther ist. Die Gefässe treten durch unzählige Punkte ihrer Oberfläche in sie hinein und verlaufen je nach den verschiedenen Knochen in mehr senkrecht aufsteigenden oder wagerechten Kanälen. Letzteres ist in den platteren Knochen der Fall, in denen die Hauptrichtung der Gefässkanäle der Längsrichtung der anfänglich vom Ossificationspunkte ausgehenden Knochenstrahlen folgt, ersteres, was der Knochenoberfläche ein oft äusserst zierliches milleporenartiges Ansehen gibt, in den mehr dickeren Theilen zu treffen. Später schliesst sich ein guter Theil dieser Kanäle oder wird wenigstens sehr eng, wodurch dann die Oberflächen mehr sich glätten.

In Betreff der Zeitverhältnisse der Verknöcherung verweise ich auf meine Entwickelungsgeschichte (S. 184—225).

§. 111.

Die Lebenserscheinungen in den vollkommen ausgewachsenen Knochen sind während des kräftigen Alters mit keinen namhafteren und durchgreifenderen morphologischen Veränderungen gepaart. Zwar ziehen sich einzelne der früher betrachteten Vorgänge auch noch in diese Zeit hinein — wie die Vergrösserung der *Sinus* der Schädelknochen, der Muskel- und Bandansätze, der Gefässfurchen — allein von einer ausgedehnteren Knochenneubildung am Perioste und in den *Havers*ischen Kanälen, sowie von einer mit derselben Hand in Hand gehenden und in grösserem Maassstabe auftretenden Aufsaugung findet sich nichts. Ob im fertigen Knochen ein Wechsel, wenn auch nicht der Elementartheile, doch der Atome bei gleichbleibender äusserer Gestalt sich findet, ist eine andere Frage, für deren Lösung jedoch die Mikroskopie keine Thatsache an die Hand gibt. So viel ist sicher, dass der Bau der Knochen der Art ist, dass sie trotz ihres starren Gefüges aufs Allseitigste und Innigste mit dem ernährenden Safte des Blutes in Berührung kommen. Ueberall nämlich, wo die Knochensubstanz mit Gefässen in Verbindung steht, also an der äusseren Oberfläche, an den Wän-

den der Markhöhlen und Markräume und denen der *Havers*ischen Kanäle, befinden sich zu Millionen dicht aneinander gedrängte feine Mündungen. Diese leiten das Blutplasma durch die Knochenkanälchen in die den genannten Flächen zunächst liegenden Knochenzellen, von denen aus dasselbe dann durch weitere Kanälchen zu immer entfernteren Höhlen bis in die äussersten Lagen der *Havers*ischen Lamellen und die von den Gefässen entferntesten Schichten der grossen Lamellensysteme gelangen kann. Wenn man sich an die ungemeine Zahl der Knochenkanälchen, an die mannichfachen Verbindungen derselben untereinander erinnert, so wird man zugeben müssen, dass in keinem Gewebe des menschlichen Körpers für die Verbreitung des Blutplasmas besser gesorgt ist, allein in fast keinem war auch gerade die Zufuhr von Flüssigkeit zu den feinsten Theilchen gerade nothwendiger als hier. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Flüssigkeiten, welche dieses »plasmatische Gefässsystem« *(Lessing)* der Knochen, das nach unseren jetzigen Anschauungen als ein Netzwerk sternförmiger Zellen aufgefasst werden muss, von den Blutgefässen erhält, verändert durch die Lebensvorgänge in den kernhaltigen Zellenkörpern der Knochenzellen — die, wie andere lebenskräftige Zellen, ein eiweissreiches Cytoplasma zu enthalten scheinen und daher nicht einfach als Flüssigkeit leitende Hohlräume aufzufassen sind — zur Erhaltung der Knochen von der unumgänglichsten Nothwendigkeit sind, denn wir sehen, dass, wenn die Blutzufuhr zu einem Knochen durch Zerstörung des Periostes oder des Markes, durch Unterbindung der Gefässe eines Gliedes, durch Verwachsung der Periostgefässe durch Druck von aussen (*Aneurysmen*, Afterbildungen) gehemmt wird, eine Necrose der betroffenen Theile, die nach *Virchow* manchmal nur die in den Bereich einer oder einiger weniger Zellen gehörende Substanz betrifft, die sichere Folge ist, welcher der auch in den Knochen wirksame Collateralkreislauf (siehe oben) kaum je ganz entgegenzutreten vermag. Dagegen sind wir vorläufig nicht im Stande, zu sagen, wie das Plasma der Knochen sich bewegt, denn eine Bewegung desselben von und zu Gefässen (wahrscheinlich von den mehr arteriellen durch mehrere Lamellensysteme hindurch zu den venösen) muss doch wohl angenommen werden, welche Veränderungen bei der Ernährung im Knochengewebe eigentlich vor sich gehen, letzteres besonders desswegen nicht, weil die chemische Untersuchung, namentlich der organischen Zersetzungsstoffe in den Knochen, noch ganz im Unklaren liegt.

Dass die Knochensubstanz in stetem und zwar sehr lebhaftem Stoffwechsel begriffen ist, davon geben ausserdem, neben den so vielfachen Erkrankungen derselben, auch noch ihre Veränderungen im höheren Alter Kunde. In diesem zeigt sich vorzüglich ein Schwinden ganzer Knochentheile sowohl äusserlich als innerlich, ersteres z. B. an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, die ganz verloren gehen, letzteres beim Schwammig- und zugleich Brüchigerwerden aller möglichen Knochen, wie der Röhrenknochen, derjenigen des Schädels, bei der Vergrösserung von Gefässöffnungen (Wirbel, Apophysen), beim Rauherwerden von Knochenoberflächen. Zu dieser *Atrophia senilis* der Knochen kann sich dann auch nachträglich eine innere Anbildung von Knochensubstanz gesellen, eine sogenannte Sclerose, wie an den platten Schädelknochen, durch welche in geradem Gegensatze zu den sonstigen Erscheinungen in senilen Knochen die Diploë schwindet, indem ihre Räume durch neue

Knochenmasse erfüllt werden, die Venenräume und Emissarien verwachsen und der ganze Knochen schwerer wird.

Ueber die zahlreichen pathologischen Veränderungen der Knochen kann hier nur kurz berichtet werden. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaassen günstigen Verhältnissen leicht durch wahre Knochensubstanz, der bei Röhrenknochen von Thieren, wie ich mit Anderen mich überzeugte, die Bildung eines wahren Knorpels vorangeht, während diess beim Menschen nicht immer der Fall ist. Bei schwammigen Knochen, Brüchen innerhalb der Gelenkcapseln, ungünstigen Verhältnissen vereinen sich die Bruchenden häufig nur durch einen fibrösen Callus und bildet sich öfter zwischen ihnen eine Art Gelenk. Nach Substanzverlusten erzeugt sich die Knochensubstanz leicht wieder und namentlich ist es das Periost, welches hier wie bei dem Dickenwachsthume der Knochen eine grosse Rolle spielt, die durch die neuen merkwürdigen Versuche von *Ollier* dahin bestimmt worden ist, dass es das knochenerzeugende Bildungsgewebe (*Blastème sous-périostal, Ollier*) ist, welches die Wiedererzeugung besorgt, indem dasselbe wie beim wachsenden so auch beim ausgebildeten Knochen noch, wenn auch weniger entwickelt, sich vorfindet. Nach *Ollier* erzeugen bei Säugern vom Knochen theilweise ja selbst ganz abgetrennte Periostslücke, auch wenn sie an andere Stellen des Körpers verpflanzt werden, immer Knochen, sobald die betreffende Lage dabei ist. Wird dieselbe abgeschabt, so geht dagegen dieses Vermögen verloren. Uebrigens kommt nicht allen Theilen des Periostes diese Fähigkeit in gleichem Grade zu und übertrifft z. B. die *Dura mater* der Schädelhöhle das *Pericranium* in sehr entschiedener Weise. Bei Thieren erzeugen sich ganze Knochen der Extremitäten und Rippen so ziemlich in ihrer Gestalt wieder, wenn das Periost geschont wird, was die *Heine*'sche Sammlung auf der Würzburger Anatomie durch viele Beispiele belegt, aber auch nach gänzlichem Ausschneiden des Periostes entsteht wieder ein Knochenbruchstück (*Heine*). Beim Menschen liegen schon ziemlich viele Beispiele vor von Wiedererzeugung ganzer Knochen, so des Unterkiefers, der Rippen, des Schulterblattes (*Chopart*) und die Fälle von einzelnen, zum Th. grossen Knochenstücken sind sehr zahlreich. Namentlich sind es die Diaphysen, die sich leicht ersetzen, wenn sie in dieser oder jener Weise verloren gingen, seltener die schwammigen Knochen und Knochentheile und Schädelknochen, doch füllen sich bei letzteren Trepanlücken in manchen Fällen statt mit einer fibrösen Haut mit einzelnen Knochenscherben, selbst mit einem vollständigen Knochenstücke, ja es heilen sogar trepanirte Stücke an, wie man das auch sonst von halb abgehauenen Stücken beobachtet hat (*Pauli*). Hypertrophien der Knochen kommen in den mannichfachsten Gestalten vor, die sich alle in zwei Hauptformen bringen lassen, 1) Auflagerungen oder äussere Hyperostosen, vorzüglich vom Perioste aus sich bildend, und 2) Einlagerungen (Sclerosen) oder Erfüllung der Markräume oder *Havers*ischen Kanälchen mit neuem Knochen, welche zwei Formen entweder für sich oder vereinigt sich finden. Erstere kommen bei Entzündungen des Periostes für sich und in Begleit von Krebs, Arthritis, Syphilis u. s. w. vor, letztere ausser im Alter als nachträgliche Bildungen bei Rachitis, Osteomalacie und Syphilis. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse ist es *Virchow's* Verdienst, zuerst mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben, dass in sehr vielen Fällen von pathologischer Knochenbildung dieselbe durch unmittelbare Verknöcherung von Bindegewebe ohne vorgängige Knorpelbildung zu Stande kommt. Die neugebildete Knochensubstanz ist bald wie regelrechte (viele Auflagerungen), bald fester mit kleinen Gefässräumen und grossen unregelmässigen Knochenhöhlen. Atrophien der Knochen erscheinen als Schwinden derselben im Ganzen im Gefolge von langwierigen Krankheiten, Lähmungen, Anchylosen, oder als Schwund einzelner Theile des Knochengewebes analog der *Atrophia senilis*, bei Syphilis, Lepra, Mercurialcachexie, Lähmungen u. s. w. Ein Absterben der Knochen (Necrose) beobachtet man bei Zerstörungen des Periostes, Entzündungen desselben und des Knochens u. s. w. meist gepaart mit einem übermässigen Wachsthume der noch gesunden Theile. Eigenthümliche Störungen bedingen die Osteomalacie und Rachitis, doch hat bei der erstern die mikroskopische Untersuchung nichts hier anzuführendes ergeben. Die letztere ist von mir, *H. Meyer*, *Virchow* und *H. Müller* untersucht worden und zeigt einige auch hier erwähnenswerthe Verhältnisse. In den unverhältnissmässig grossen Epiphysenknorpeln misst 1) die Schicht der ossifici-

renden Knorpelzellen (die reihenweise gestellten Zellen) statt ⅓''' 2—5''', 2) ist der Verknöcherungsrand zackig, indem Knorpel und Knochen verschiedentlich ineinander greifen, 3) fehlen an ausgezeichnet rachitischen Knochen die Kalkkrümelablagerungen am Ossificationsrande und wandeln sich die Knorpelcapseln fast ohne Ausnahme etwas vor der Grundsubstanz ebenfalls ohne Kalkkrümel in Knochencapseln um, welche dann später wie bei gesunden Knochen bei der Markraumbildung dem bleibenden Knochengewebe Platz machen. An den Diaphysen ist die Lage des ossificirenden Gewebes viel dicker, verknöchert ebenfalls sehr langsam, so dass die *Subst. compacta* solcher Knochen von einer dicken Schicht im Bau und Anordnung Knochen ähnlichen aber weichen Gewebes bedeckt sein kann, und zeigt dieselbe zum Theil Knorpelbildung. Ferner ist nach *H. Müller* auch die Markhöhle oft mit einem weichen Gewebe ganz ausgefüllt, das histiologisch dem Knochengewebe gleich, aber nicht verknöchert ist. — Accidentelle Knorpel- und Knochenbildung sind sehr häufig. Ersteres Gewebe zeigt sich, trotzdem dass es nicht wiedererzeugungsfähig ist und seine Wunden nur durch fibröses Gewebe, seltener durch Knochengewebe (Rippen) heilen, in sehr vielen Organen (Knochen, Brustdrüse, Parotis, Hoden, Lunge, Haut) als sogenanntes *Enchondroma*, ferner als neuer Ueberzug auf Knochenwucherungen am Rande abgeschliffener Gelenkköpfe (*Ecker*), letzteres tritt als Verknöcherung von bleibenden Knorpeln (Rippen, Kehlkopf, Epiglottis [sehr selten]), von Sehnen (Exercirknochen z. B.), an der *Dura mater* und *Arachnoidea*, im Auge, Eierstocke, in fibrösen Häuten (*Membrana obturatoria*), im Enchondrome, in Fibroiden und Krebsen, in der Lunge (*Mohr's* haarhaltige Cyste) auf. Auch in diesen Fällen unterscheidet sich das Knochengewebe nicht wesentlich von gesundem, und geht bald aus knorpeligem, bald, und zwar meist aus weichem Gewebe hervor (*Virchow* Arch. I. p. 137).

Zur Untersuchung der Knochen dienen vor Allem gute Schliffe. Mit einer feinen Säge entnimmt man dünne Lamellen und schleift dieselben mit Wasser auf einem feinen Schleifsteine mit dem Finger oder mit einem zweiten kleineren Steine einige Minuten (5—10), bis sie gleichmässig durchsichtig sind. Dann reinigt man den Schliff, indem man ihn, wenn er viel Fett enthält, auch mit Aether auszieht und benutzt ihn dann mit Wasserzusatz zur Erforschung der *Havers*ischen Kanäle und der Stellung der Knochenhöhlen, und mit Terpentin zu dem der verschiedenen Lamellensysteme. Die Knochenzellen und ihre Ausläufer, die in Schliffen durch Luft dunkel und sehr deutlich sind, auch durch Zusatz von gefärbten Flüssigkeiten schön sichtbar gemacht werden können, werden von dünnerem Terpentin ganz ausgefüllt, so dass letztere grösstentheils, aber auch erstere sehr oft dem Auge entschwinden und dasselbe geschieht in Wasser und dickerem Terpentin, doch minder rasch, weshalb man auch, bevor dieselben überall eingewirkt, noch viele derselben schön sieht. Will man die Höhlen und Kanälchen bleibend sichtbar machen, so ist es das Beste, einen dünnen Schliff zu glätten, indem man ihn zwischen zwei Glasplatten reibt. Dann kann man denselben ohne Zusatz von Flüssigkeit untersuchen und erhält so vollständige Bilder, wie die Figg. 126, 127 sie wiedergeben. Auch in dickerem Canadabalsam aufbewahrte Schliffe zeigen die Zellen sehr schön und bedürfen solche vorher keiner besonderen Glättung. Das Schleifen der Knochen mit Oel ist nicht rathsam, weil dann die Knochenhöhlen mit demselben sich füllen und auch nach eindringlicher Behandlung mit Aether selten schön werden. — Nächst den Knochenschliffen ist die Untersuchung des Knochenknorpels das Lohnendste. Man verschafft sich solchen, wenn man Knochen in der Kälte so lange mit verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure, 10—20 Theile Wasser) behandelt, bis in der oft gewechselten Flüssigkeit durch Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt wird, wozu bei kleinen Knochenstückchen einige Stunden, bei ganzen Knochen mehrere Tage nothwendig sind. Vom erhaltenen Knochenknorpel macht man nun mit einem scharfen Messer Schnitte nach allen Richtungen und kann dieselben vorzüglich zur Untersuchung der *Havers*ischen Kanälchen und Lamellen, die sich auch von der Oberfläche abziehen lassen, benutzen. Auch die Knochenzellen sind noch sichtbar; ihre Ausläufer erscheinen als feine Streifung, und ihre Kerne treten ohne Weiteres und besonders auch nach Behandlung mit Kali oder in durch Kochen in Wasser halb aufgelöstem Knorpel hervor. Durch Erweichung in starker Salzsäure oder nach langem Kochen im *Papin*'schen Topfe (*Hoppe*) stellen sich selbst die Knochenzellen als sternförmige Gebilde mit zarten Wänden einzeln dar, oder wie im Cemente des Pferdezahnes selbst mit äussern Knorpel-

capseln ähnlichen Hüllen. Noch besser ist nach *Förster* zur Darstellung der Knochenzellen mit allen Ausläufern Erweichen kleiner Stücke von Knochen oder Knochenknorpel in rauchender Salpetersäure mit Zusatz von etwas Glycerin. Nach langem Erweichen des Knochenknorpels in Wasser trennen sich die Lamellensysteme der *Havers*ischen Kanälchen mehr oder minder vollständig und kommen in Gestalt grober kurzer Fasern zwischen den grösseren Lamellen zum Vorschein *(Gagliardi's Claviculi)*. — Setzt man die Knochen in einem Platintiegel einer starken Weissglühhitze aus, so verbrennen, indem der Knochen zuerst schwarz und schliesslich ganz weiss wird, die organischen Theile derselben und es bleiben bei gehöriger Vorsicht die erdigen Bestandtheile ganz in der früheren Gestalt des Knochens zurück, und eignen sich zur Erforschung des blätterigen Baues der festen Substanz und der Lamellensysteme der *Havers*ischen Kanälchen, die ebenfalls zum Theil einzeln hervortreten, wie auch in verwitterten Knochen. Für die mikroskopische Untersuchung der anorganischen Theile der Knochen glüht man Knochenschliffe auf einem Platinbleche, doch müssen dieselben sehr fein sein, weil sie nachher wieder undurchsichtiger werden und ihrer Brüchigkeit wegen ausser in kleinen Bruchstücken nicht feiner sich schleifen lassen (*Bruns*), oder man kocht Schliffe in Kalilauge. An beiden sieht man die Knochenhöhlen deutlich und l e e r mit den Anfängen der Kanälchen in feinkörniger Grundsubstanz. Den natürlichen Zustand der Knochenhöhlen sieht man leicht an ganz frischen Knochen an Schnittchen oder in dünnen Knochenlamellen, wie sie z. B. an vielen Theilen der Gesichtsknochen vorkommen. An frischen Knochen kann man auch die Gefässe in natürlicher Füllung und mikroskopisch untersuchen, was auf jeden Fall schneller zum Ziele führt, als die nicht leicht gelingenden Einspritzungen derselben, zu deren genauer Verfolgung übrigens die Knochen nachher in Salzsäure erweicht und in Terpentinöl aufbewahrt werden müssen. Die N e r v e n der Knochen findet man an den *Arteriae nutritiae* grosser Röhrenknochen mit blossem Auge, an kleineren Gefässen mit dem Mikroskope leicht, die des Periostes untersucht man, nachdem man dasselbe durch Natron oder verdünnte Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zur Erforschung der K n o r p e l eignen sich die Rippen- und Gelenkknorpel am besten, in welchen die Capseln der Knorpelzellen zum Theil ohne Weiteres, zum Theil nach Zusatz von Essigsäure und Natron, die die Grundsubstanz aufhellen, deutlich sind. Durch Kochen und Erweichung in Säuren und Alkalien stellen sich die Knorpelcapseln leicht einzeln dar, und dasselbe geschieht von selbst in den gelben Knorpeln namentlich von grossen Säugern. Die Entwickelung der Knochen untersuche man an einem Röhrenknochen und am Scheitelbeine und sind nach *H. Müller* besonders in Chromsäure oder in solcher mit etwas Salzsäure gelegene Stücke dienlich, denen man mit dem Rasirmesser feine Schnitte entnimmt, die noch durch Glycerin durchsichtiger gemacht und durch Auspinseln vom jungen Marke befreit werden können. Auch rachitische Knochen sind in verschiedenen Beziehungen lehrreich.

L i t e r a t u r d e r K n o c h e n. Ausser den bei §. 26 und 29 aufgeführten Werken vergleiche man *F. Bidder*, Zur Histogenese der Knochen, in *Müll.* Arch. 1849, p. 292; *Vötsch*, Die Heilung der Knochenbrüche *per primam intentionem.* Heidelberg 1847; *Kölliker*, Ueber den Bau der Synovialhäute, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellsch. 1847. p. 93; *J. Leidy, Structure of the articular Cartilages,* in *Amer. Journal of the Med. Sc.* 1849; *Redfern, On the thickness of the articular Cartilages,* in *Monthly Journal* 1854. *Jan.*; *Rokitansky*, Beiträge zur Kenntniss des Verknöcherungsprocesses, in der Zeitschrift der Wiener Aerzte 1848. p. 1; *L. Ullmann, Disquis. de villis hominum, superiorumque animalium. Dorpat* 1855. *c. 2 tab.*; *A. Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in *Müll.* Arch. 1849. p. 403; *Virchow*, in Verhandl. d. Würzb. phys. med. Ges. Bd. 1, Nr. 13 und Unters. über die Entw. d. Schädelgrundes. Berlin 1857; *Robin, Observations sur le développement de la subst. et du tissu des os,* in *Mém. de la société de Biolog.* 1850, *p.* 179 und *Gazette méd. d. Paris* 1857. *Nr.* 14. 16; *Brullé et Huguény, Expériences sur le développement des os dans les mammifères et les oiseaux, Annal. des scienc. nat.* 1845 *Nov. p.* 383; *Flourens, Théorie expérimentale de la formation des os. Paris* 1847. 8. *avec 7 pl.*; *R. Maier*, Das Wachsthum der Knochen nach der Dicke, Freiburg im Br. 1856; *H. Müller*, Entw. d. Knochen, in Würzb. Verhandl. Bd. VIII. p. 150, Ueber d. Vork. v. Resten der *Chorda dorsalis* nach der Geburt, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. Serie, Bd. II. 1858; *Ch. Rouget, Développement et Struct. du Syst. osseux. Paris* 1856; *Fürstenberg*, Ueber einige Zellen mit verdickten Wänden, in *Müll.* Arch. 1857. p. 1; *Lachmann*,

Ueber Knorpelzellen, in *Müll.* Arch. 1857. p. 15; *Ch. Aeby*, Der hyaline Knorpel und s. Verknöcherung, in Gött. Nachr. 1857, Nr. 23; *A. Baur*, Zur Lehre von der Verknöcher. d. primord. Knorpels, in *Müll.* Arch. 1857. p. 347; *Beck*, Abh. üb. einige in Knochen verlaufende Nerven. Freiburg 1846; *Kölliker*, Ueber die Nerven der Knochen, in Würzb. Verh. I.; *Luschka*, Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tüb. 1850; Die Nerven des Wirbelkanales u. der Wirbel. Tüb. 1850; Ueber den Bau der Zwischenwirbelknorpel, in Zeitschr. f. rat. Med. VII. N. F. p. 129; Die Kreuzdarmbeinfuge u. die Schambeinfuge, in *Virch.* Arch. VII. p. 299; Zur Entwickel. d. Gelenke, in *Müll.* Arch. 1855. p. 481; Die Alterveränderungen der Zwischenwirbelknorpel, in *Virch.* Arch. IX. p. 311; die *Bursa mucosa sacralis*, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. VIII. p. 222; die Halbgelenke des menschl. Körp. Berlin 1858; *Rüdinger*, Die Gelenknerven d. menschl. Körpers. Erlangen 1857; *F. J. Kaufmann*, Zur Wachsthumsgeschichte der Zwischenwirbelscheiben, in *Virch.* Arch. VI. p. 412; *R. Hein, De ossium medulla. Berol.* 1856; *C. Aeby*, Die *Symph. oss. pubis* nebst Beitr. z. Lehre v. hyalinen Knorpel u. seiner Verknöcherung, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1858. p. 39, 53; *L. Ollier, Rech. exp. s. la production artific. des os au moyen de la transplantation du périoste*, in *Journ. de la physiol. II. p.* 1, 169 u. 468, ferner in *Gaz. médic. de Paris* 1859 *No.* 37. u. 1860 *No.* 12; *Sur les greffes osseuses*, in *Journ. d. la physiol. III. p.* 87; *Acroissement des os en longueur*, ibid. *IV.* p. 87; *N. Lieberkühn*, Die Ossification der Geweihe, in Berl. Monatsber. aus dem Jahre 1861. p. 264; Ueber die *Sharpey*'schen Fasern der Knochen, ibid. p. 517; *H. Müller*, Ueber sog. Fötal-Rachitis bei Thieren, in Würzb. med. Zeitschr. Bd. I. p. 221; *C. O. Weber*, Die Knochengeschwülste, Bonn 1856; *W. A. Freund*, Beitr. z. norm. u. path. Histolog. d. Rippenknorpel, Breslau 1858; *A. Wagner*, Ueber den Heilungsprocess nach Resorption und Exstirpation der Knochen. Berl. 1852. 4 Taf.; *U. Hilty*, Der innere Callus und seine Entstehung. Zürich 1852. Diss., auch in Zeitschr. f. rat. Med. n. F. III. p. 189; *H. Meyer*, Beitr. z. Lehre von den Knochenkrankheiten, in Zeitschr. f. rat. Med. III. 1853. p. 143. Ausserdem vergleiche man *Henle's* Bänderlehre.

Vom Nervensysteme.

§. 112.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpunkte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht bloss vom anatomischen Standpunkte aus, als Ausgangspunkte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, als Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen so wie der Seelenthätigkeiten, als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittlung der Contractionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1) auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile wie in den Nerven vorkommen und 2) das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das

Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

Elemente des Nervensystems.

§. 113.

Die Nervenröhren oder Nervenfasern (Figg. 154—156), auch Primitivröhren oder Primitivfasern der Nerven *(Fila nervea s. Tubuli nervei s. Fibrae nerveae)* genannt, sind weiche, feine, drehrunde Fäden, von 0,0005—0,01‴ Durchmesser, welche den Hauptbestandtheil der Nerven und der weissen Substanz der Centralorgane ausmachen, jedoch auch in der meisten grauen Substanz dieser letzteren und in den Ganglien nicht fehlen. Dieselben zerfallen ihrem Baue nach wesentlich in zwei Abtheilungen, markhaltige und marklose, von denen die letztern vor Allem an den Endigungen der Nerven in den Organen, ausserdem auch noch an einigen andern Orten, wie im *Olfactorius* und *Sympathicus*, sich finden, während die erstern besonders für die gröbere Verästelung der Cerebro-Spinalnerven und die weisse Substanz der Centraltheile bezeichnend sind. Obschon in gewissen wesentlichen Verhältnissen von übereinstimmendem Verhalten, ist es doch zweckmässiger, dieselben einer gesonderten Betrachtung zu unterziehen.

§. 114.

Markhaltige Nervenröhren. Diese Nervenröhren, die auch die dunkelrandigen heissen, sind frisch untersucht (Fig. 154. 1) bei durchfallendem Lichte wasserhell, durchsichtig mit einfachen dunklen Umrissen, bei Beleuchtung von oben glänzend, opalartig, wie Fett, in grösseren Mengen weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus besonderen Bestandtheilen erkennen, doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Untersuchungsweisen leicht, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden, nämlich einer zarten Hülle, einer zähen Flüssigkeit und einer in der Mitte befindlichen weichen, aber elastischen Faser bestehen.

Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begrenzungshaut, *Valentin*, *Schwann*'sche Scheide oder Primitivscheide der Autoren) (Fig. 156. 1, 2, 3, 4 *a* ist eine äusserst zarte, nachgiebige oder elastische, vollkommen gleichartige und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme gewisser Stellen, durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Mitteln, wenigstens an den dickeren Fasern der peripherischen Nerven, ziemlich leicht zur Anschauung kommt und in ihren chemischen Eigenschaften in allen wesentlichen Punkten mit dem Sarcolemma der Muskelfasern übereinstimmt. An den feinsten Fasern des peripherischen Nervensystems so wie an den Fasern der Centraltheile ist die Darstellung einer Hülle noch nicht gelungen und muss es vorläufig dahingestellt bleiben, ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht.

Innerhalb der Primitivscheide, an deren Innenseite, wie es scheint, bei allen peripherischen Nervenröhren Zellenkerne von länglichrunder Gestalt angelagert sind, liegt das Nervenmark (Markscheide, *Rosenthal* und

Purkyně, weisse Substanz, *Schwann*) (Fig. 154. 3 *b*. Fig. 156. 3, 4 *b*) in Gestalt eines walzenförmigen, die mittlere Faser eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel, je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz und die bei auffallendem Lichte weisse Farbe der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das Nervenmark schnell und ganz ausnahmslos, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem Gerinnen desselben, welches nach und nach von aussen nach innen fortschreitet und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die Nervenröhren mit doppelten Rändern (Fig. 154. 2, 3, 4) oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide, im ersteren Fasern mit scheinba ganz krümligem, dunklem Inhalte (Fig. 155). Das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten gleichartig, sondern meist krümlig, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen für sich bestehenden oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden

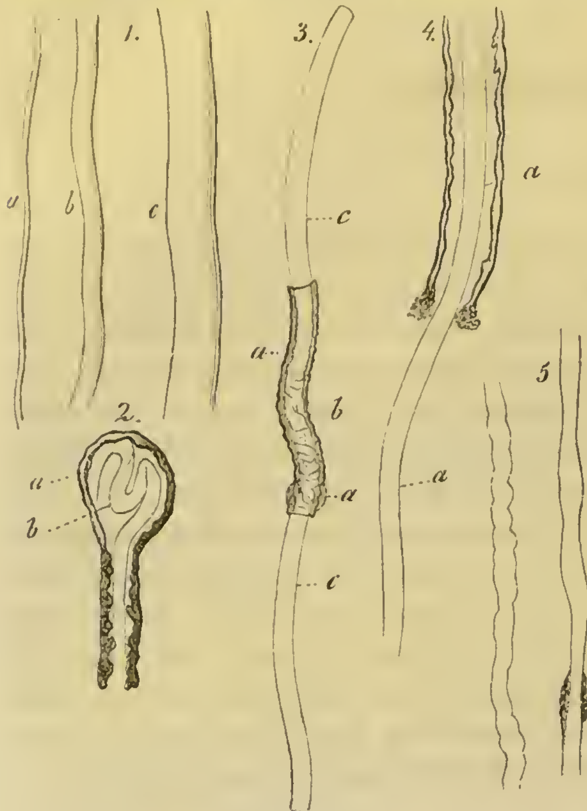


Fig. 154.

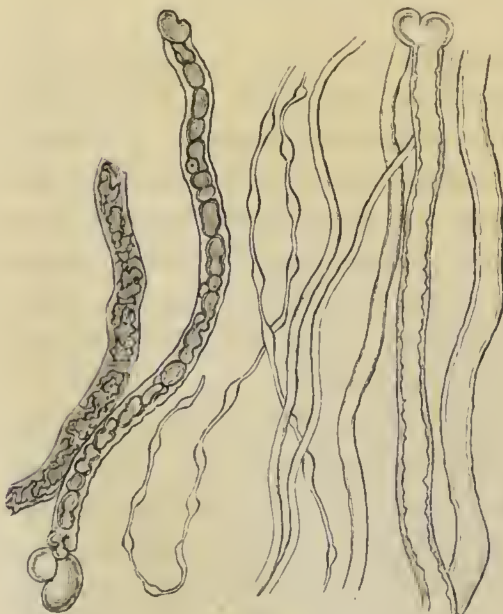

Fig. 155.

Fig. 154. Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a*. feine, *b*. mitteldicke, *c*. grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosche mit Serumzusatz, *a*. durch Druck herausgepresster Tropfen, *b*. Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, *a*. Hülle, *b*. Markscheide doppelrandig, *c*. Axencylinder. 4. Doppelrandige Faser des *Ventriculus IV*. des Menschen; der Axencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Marke, der eine mit wellenförmigen Begrenzungen, der andere mit leichten Anschwellungen und etwas anhängendem Marke.

Fig. 155. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke mit einfachem Rande, und vier dicke, davon zwei doppelrandig und zwei mit krümligem Inhalte.

der Röhren oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Walzen, Fäden bis zu den sonderbarsten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen und daher wie die Nervenfasern doppelrandig oder halb oder ganz krümelig erscheinen. Aber auch in den Röhren drin ändern sich seine Formverhältnisse, indem es statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines walzenförmigen Rohres in denselben enthalten zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die vielbesprochenen varicösen Nervenröhren (Fig. 155), in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzartige Anschwellungen, bald verschieden grosse ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht und die mittlere Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern der Centralorgane und denen mit zarterer Scheide.

Die mittlere oder Axenfaser der Nervenröhren, der Axencylinder *(Cylinder axis)* von *Purkyně*, das Primitivband oder der Primitivschlauch von *Remak* (Fig. 154. 2, 3, 4, 5. Fig. 156. 1), ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser, welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings von dem Mark umflossen ist und das Licht gerade ebenso bricht, wie dieses, dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils für sich als ganz regelrechtes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist die Axenfaser blass, meist gleichartig, seltener fein körnig oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Rändern begrenzt und meist überall von gleicher Dicke, seltener stellenweise dicker und dünner (Fig. 154, 5) und wie mit leichten Varicositäten versehen; sie zeichnet sich vor dem Nervenmarke besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss, mit dem sie auch in ihren chemischen Eigenschaften am meisten übereinzustimmen scheint. Man findet diese Faser, die gewöhnlich unter dem Namen Axencylinder geht, in allen Nervenfasern mit Nervenmark, auch in den feinsten, und überall mit denselben Eigenschaften, und entspricht die-

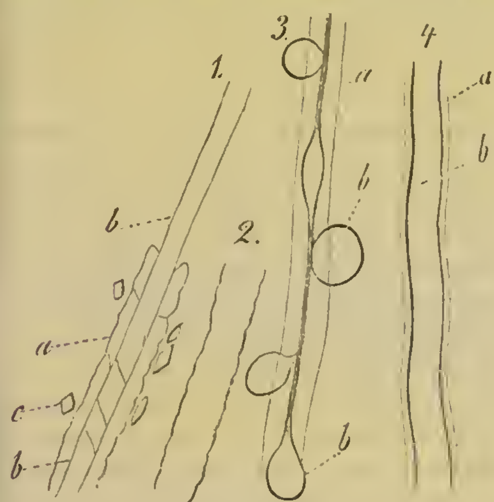


Fig. 156.

Fig. 156. Nervenfasern, 350mal vergr. 1. Vom Frosche mit Alkohol und Essigsäure gekocht. *a.* Scheide, *b.* Axencylinder, *c.* Krystalle (Fett?). 2. Für sich dargestellte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven. 3. Vom Boden des *Ventriculus IV.* des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a.* Scheide, *b.* Mark in Tropfen ausfliessend, der Axencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der innere Streifen ist Mark. 4. Von der Wurzel des *Abducens* des Menschen mit Natron, *a.* Scheide, *b.* Mark. Axencylinder nicht sichtbar.

selbe in ihrer Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Drittheile des Durchmessers der Nervenfasern.

Die Durchmesser der markhaltigen oder dunkelrandigen Nervenröhren sind sehr verschieden und wechseln zwischen 0,0005—0,01'''. Gewöhnlich theilt man dieselben der Bequemlichkeit der Beschreibung halber in feinste (unter 0,001'''), feine (von 0,001—0,002'''), mitteldicke (von 0,002—0,004''') und dicke, starke oder grobe Fasern (von 0,004—0,01'''), deren Verbreitung weiter unten ausführlich angegeben werden soll. Ausserdem weichen diese Nervenröhren auch noch in der Festigkeit von einander ab, in der Art, dass vor Allem die der Centralorgane weicher und leichter zerstörbar sind, als die der Nerven selbst, was entweder von dem Mangel oder der Zartheit der Scheide am ersteren Orte abhängt.

Ueber die Scheide der Primitivfasern herrscht noch mannichfaches Dunkel. An der schon ältern Beobachtern bekannten gleichartigen zarten Hülle der Nervenfasern beschrieben zuerst *Schwann* und *Rosenthal* Zellenkerne, worauf *Henle* bemerkte, dass es ihm nicht gelungen sei, diese Kerne zu sehen und wahrscheinlich eine Verwechselung mit einer secundären kernhaltigen Scheide stattgefunden habe, wie sie allerdings beim Frosche auch um einzelne Fasern sich finde, die aber wahrscheinlich noch ihre besondere Scheide haben. Die späteren Untersuchungen lehrten dann, obschon diess meines Wissens von Niemand weiter bestimmt ausgesprochen wurde, dass es zweierlei, scheinbar verschiedene Scheiden der Primitivfasern gibt, und zwar 1) solche, die von den dunkelrandigen Fasern weit abstehen, so dass sie ohne Weiteres sichtbar sind und ihre Kerne leicht zeigen, und 2) andere, die das Nervenmark so dicht umschliessen, dass sie nur durch besondere Verfahrungsweisen darzustellen sind. Von den ersteren hat schon *Henle* eine abgebildet (Taf. IV. Fig 5 *H*), dann wurden dieselben von mir aus den Schwänzen von Froschlarven dargestellt und als Membranen der Bildungszellen gedeutet und noch später von vielen Beobachtern gesehen und beschrieben (von mir [Mikr. Anat. Figg. 70 *A*. 107, Gewebelehre 3. Aufl. Figg. 55, 56, 177, 178], *R. Wagner* [in seinen Arbeiten über die elektrischen Organe], *Czermak* [Hautnerven der Frösche], *M. Schultze* [Nerven der elektrischen Organe] und von vielen Anderen). Dieselbe Hülle beschrieb dann *Robin* als Perinèvre. Die zweite dicht anliegende Hülle wurde besonders durch meine Untersuchungen bekannter, indem ich Mittel angab, um dieselbe mit Sicherheit darzustellen. Ich fand, dass ihre Darstellung leicht gelingt durch Kochen der Nerven in *Alkohol absolutus* und nachher in Essigsäure (Fig. 156) oder durch Behandlung mit *Natron causticum* in der Kälte; durch Kochen solcher Nervenfasern in Natron bis zum einmaligen Aufwallen der Flüssigkeit gelingt es auch leicht, viele Bruchstücke ganz leerer etwas aufgequollener Nervenscheiden darzustellen, welche im Zarten eine auffallende Aehnlichkeit mit leeren Röhren der *Membrana propria* der Harnkanälchen haben (Fig. 156. 2). Am schönsten aber sieht man, wie ich zeigte, die Scheiden durch rauchende Salpetersäure und nachherigen Zusatz von *Kali causticum*. In diesem Falle tritt das Fett der Markscheiden in blassen Tropfen aus den Röhren heraus, die Axencylinder werden gelöst und es bleiben die gelb gefärbten Scheiden leer, weiter und mit aufgequollenen Wandungen von 0,0004—0,0008''' Dicke zurück. Dass auch diese Scheiden Kerne besitzen, hat wohl *Schiff* zuerst gezeigt, nachdem er gefunden hatte, dass die nach Nervendurchschneidungen auftretenden kernhaltigen blassen Fasern nur die alten marklos gewordenen Nervenröhren sind, eine Beobachtung, die seither von verschiedenen andern Seiten Bestätigung gefunden hat und die auch ich im Sinne von *Schiff* deutete (Gew. 3. Aufl.). Neulich hat sich nun auch noch *Reissner* dahin ausgesprochen (*Müll.* Arch. 1861. S. 730), dass das Vorkommen von Kernen innerhalb der Primitivscheiden eine allgemeine Erscheinung sei, bei welchem Ausspruche er auch die enganliegenden Scheiden im Auge hat.

In Betreff der Deutung dieser Scheiden, so hielt *Schwann*, ohne zwischen denselben zu unterscheiden, dieselben für Abkömmlinge der Membranen der Bildungszellen, wogegen *Henle*, wie angegeben, die abstehenden kernhaltigen Scheiden dem bindegewebigen Neurilem zurechnet. Ich selbst erklärte beiderlei Formen für Zellmembra-

nen gleichwerthig, dagegen scheint *Robin* diese Verhältnisse wieder wie *Henle* aufzufassen, indem er wenigstens nur die lose die Nervenröhren umgebenden Scheiden als Perinèvre bezeichnet und *M. Schultze* nennt überhaupt alle kernhaltigen Scheiden Neurilemma, ein Ausdruck, der kaum etwas anderes besagen kann, als dass er dieselben als eine Abart der bindegewebigen Nervenscheiden ansieht. Meinen Erfahrungen zufolge (siehe unten) gibt die Entwickelungsgeschichte in Betreff der kernhaltigen Scheiden um einzelne Primitivfasern und kleine Bündel solcher ganz bestimmten Aufschluss und lehrt, dass dieselben alle ohne Ausnahme, mögen sie nun dunkelrandige Fasern dicht umhüllen oder nicht, kein Bindegewebe, sondern die Hüllen verschmolzener Zellen sind, was dagegen die Deutung dieser Zellen selbst anlangt, ob sie als nervöse Elemente oder als den Bindegewebskörperchen gleichstehende Bildungen aufzufassen seien, so ist diess eine andere Frage, die weiter unten bei der Entwickelung der Nervenelemente ausführlicher besprochen werden soll.

Ein bis jetzt noch wenig beachteter und doch sehr wichtiger Umstand ist der, dass die centralen Nervenfasern, dann die der *Retina*, des *Opticus* und *Acusticus* keine kernhaltigen Scheiden besitzen. Hier erhebt sich nun besonders die Frage, ob dieselben vielleicht doch um das Mark, wenn auch kernlose Hüllen haben, welche möglicherweise auch an peripherischen Fasern innerhalb der weiter abstehenden kernhaltigen Scheiden vorkommen. *M. Schultze* läugnet das Vorkommen solcher Scheiden an centralen Fasern und ich kann vorläufig nur beistimmen, indem auch mir solche Hüllen nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen zu sein scheinen. Ich habe zwar selbst in Fig. 156, 3. eine solche Scheide vom Gehirne abgebildet, allein die vor 12 Jahren gemachte Beobachtung seither nicht wiederholt, weshalb ich dieselbe nicht ohne Weiteres als entscheidend bezeichnen kann. Von andern Beobachtern glaubt *Stannius* (Gött. Nachr. 1850, bei *Petromyzon* gefunden zu haben, dass die Nervenfasern der Centralorgane weder Hülle noch Mark besitzen und so zu sagen nichts als freie Axencylinder sind, wogegen *Stilling* (Bau der Nervenfasern p. 13) bei sehr starken Vergrösserungen hier eine Hülle gesehen hat, worin ihm *Reissner* (*Müll.* Arch. 1860. p. 553) und *Mauthner* beistimmen.

Um die Markscheide oder das Nervenmark in seinem regelrechten Verhalten zu sehen, muss man einen Nerven eines eben getödteten Thieres ohne Zusätze schnell unter das Mikroskop bringen, in welchem Falle man immer einzelne Fasern ganz unverändert sieht, jedoch durch das Eintrocknen der Nerven sehr schnell gestört wird. Ausserdem ist noch zu empfehlen die Beobachtung der Nerven in durchsichtigen Theilen eben getödteter oder lebender Thiere (Nickhaut, Schwimmhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten *(Stark)* und nach Behandlung mit Chromsäure, welche namentlich die Hirnfasern oft untadelig erhält.

Die schon von *Fontana* gesehene centrale Faser der Nervenröhren, welche wir jedoch erst durch *Remak* als Primitivband und durch *Rosenthal* und *Purkyně* als *Cylinder axis* genauer kennen gelernt haben, ist unstreitig der am schwierigsten zu erforschende und der am wenigsten gekannte Theil der Nervenröhren. Vor zehn Jahren noch gab es nur Wenige, wie *Hannover* und *J. Müller*, die unbedingt an *Remak* und *Purkyně* sich anschlossen, welche den Axencylinder als regelrechtes Gebilde auch in frischen Nerven annehmen, während die Meisten den Ansichten von *Valentin* (Repert. 1838. S. 76. 1839. S. 79) und *Henle* (Allg. Anat.) huldigten, die denselben als eine nicht immer vorkommende oder doch als eine nachträgliche, erst im Tode entstandene Bildung auffassen und als den nicht geronnenen mittleren Theil des im Leben gleichartigen Inhaltes der Nervenröhren ansehen. Seit jedoch in der neueren Zeit die mittlere Faser der Nervenröhren durch mich einer genaueren Untersuchung unterzogen wurde (Mikr. Anat. II. 1. p. 399—404) möchte es wohl als ausgemacht betrachtet werden dürfen, dass dieselbe ein wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nervenröhren ist. Die wichtigsten dieselbe betreffenden Thatsachen sind folgende:

In menschlichen Nervenfasern ist im Gehirne und Marke, wie man sie gewöhnlich zur Untersuchung erhält, der Axencylinder bei genauerer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar am allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel von Neurilem und die Zartheit der Nervenscheide dem Zerreissen der Röhren wenig Hindernisse setzt. Man sieht denselben hier selbst an den nahezu feinsten Röhren. Meist verläuft derselbe ganz gerade von zwei parallelen blassen

Rändern begrenzt, ist hie und da auch stellenweise dicker oder schmäler (Fig. 154. 5), jedoch selten mit Varicositäten wie die Nervenröhren (von *M. Schultze* an den Acusticusfasern des Hechtes und Kaulbarsches gesehen), ferner gebogen, selbst leicht wellenförmig gekrümmt, auch wohl mit einer unregelmässigen, selbst zackigen Begrenzung. Behandelt man frische Nervenfasern eines eben getödteten Thieres mit passenden Reagentien, so tritt die Axenfaser augenblicklich hervor. Betupft man einen dünnen Hautnerven des Frosches, während man ihn mit einer 100maligen Vergrösserung betrachtet, mit einem Tropfen *Acid. aceticum glaciale* oder *concentratum*, so sieht man im Nu, während der Nerv sich verkürzt, an den beiden Schnittenden grosse Stücke der krümelig gewordenen Markscheide und viele Axencylinder als blasse, helle, aufgequollene Fasern heraustreten. Ebenso schön bringt auch Alkohol den Axencylinder, nur geschrumpft und fester zum Vorschein, namentlich beim Kochen. Ebenso wirkt auch der Aether. Die Markscheiden werden durch diese beiden Reagentien blasser und krümelig, und die Krümel erscheinen oft wie zu zierlichen Netzen verbunden. — Ausser durch die genannten Reagentien stellen sich die Axenfasern noch vorzüglich schön dar durch Chromsäure *(Hannover)*, Sublimat *(Purkyně, Czermák)* und Gallussäure, vorzüglich nach längerem Verweilen der Nerven in diesen Flüssigkeiten. *Czermák* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. Auch Iod oder Iod mit Iodwasserstoffwasser *(Lehmann)* wirkt ausgezeichnet, ebenso Chloroform *(Pflüger)*. Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure bringen den Axencylinder ebenfalls in gewissen Fällen zum Vorschein *(Lehmann)*. Carmin färbt nur die Axencylinder *(Stilling, Lister, Turner)*, lässt dagegen die Markscheide unberührt (nach *Mauthner* wird auch sie nach langer Zeit schwachroth), wogegen Chromsäure den erstern nicht verändert und das Mark dunkel, braun und ringförmig gestreift macht *(Lister* und *Turner)*. Die Primitivscheide färbt sich in Carmin roth *(Mauthner)*.

Die chemische Beschaffenheit anlangend, so quillt die centrale Faser in concentrirter Essigsäure sehr bedeutend auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen, wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Länger mit Essigsäure gekocht, löst sich dieselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Nervenmark ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Axencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 0,004, 0,005 ja 0,006''' auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf, und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie diess auch mit geronnenem Eiweisse der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt wird der Axencylinder gelb (Xanthoproteinsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht verändert oder nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Axencylinder nicht, auch nicht beim Kochen, in welchem Falle er leicht sich einzeln darstellt und etwas geschrumpft erscheint, durch Aether und Alkohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch etwas zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat, Chromsäure, Iod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reactionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Axencylinder eine geronnene Proteinverbindung ist, die jedoch vom Faserstoffe sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali und Salpeterwasser sich nicht löst und in Essigsäure und kaustischen Alkalien viel mehr Widerstand leistet. Mit dem Stoffe, welcher die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen durch ihre Elasticität und Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali überein, unterscheidet sich jedoch von ihm durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure und ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure (ich, *Lehmann*).

Der Schluss, der aus diesen Thatsachen sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Axencylinder kein Kunsterzeugniss ist, sondern als wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven angenommen werden muss, und halte ich den Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blut-

serum, Eiweiss, *Humor vitreus* zur Anschauung erhalten, für denjenigen, der die Verhältnisse, wie sie im Leben sich finden, am treuesten wiedergibt.

Mit Bezug auf die Natur der Axenfasern hat *Remak* die Behauptung ausgesprochen, dass dieselben im Leben Röhren seien und sie deshalb Axenschläuche genannt. Die sehr dünne aber feste Wand derselben zeige regelmässige Längsfaserung, während im Innern keine Fasern zu bemerken seien. Ich habe mir bisher in keiner Weise die Ueberzeugung zu verschaffen vermocht, dass die Axencylinder eine besondere Hülle und Inhalt haben. Nie, auch bei den verschiedensten Behandlungen nicht, sah ich einen allfälligen Inhalt hervortreten oder eine Scheide deutlich werden, vielmehr erschienen mir dieselben immer als Fasern. Auch die stellenweisen Anschwellungen, die manchmal vorkommen, beweisen nicht nothwendig die Anwesenheit einer Hülle und die schon von mir angegebene feine Streifung, die dieselben hie und da darbieten, beweist doch offenbar nichts für ihren röhrigen Bau. Eine ganz andere Frage ist die, ob die Axencylinder aus feineren Fasern bestehen und lässt sich die eben erwähnte feine Streifung in diesem Sinne deuten, um so mehr, da noch einige andere Thatsachen dazu kommen. Hier sind zu nennen 1) die Beobachtung von *Remak* über einen feinfaserigen Centralstrang in den Nervenröhren des Flusskrebses, welche *Leydig* bei den Käfern, *Häckel* bei vielen Krustern zu bestätigen Gelegenheit hatten; 2) das Vorkommen einer feinen sehr deutlichen Streifung an den Fortsätzen grosser Nervenzellen, das von mir an denen des *Cerebellum*, von *G. Walther* auch an denen der *Lobi olfactorii* der Säuger beschrieben wurde und 3) die Wahrnehmungen von *M. Schultze* über die Olfactoriusfasern, die im Innern ein ganzes Bündel feiner Fäserchen enthalten, das vielleicht einem Axencylinder gewöhnlicher Nervenfasern entspricht. — Immerhin reichen diese Thatsachen nicht aus, um diese Angelegenheit zu erledigen und muss dieselbe weiteren Untersuchungen empfohlen werden.

Die neueste Zeit hat einige Mittheilungen gebracht, welche auf die allerfeinsten Verhältnisse der Nervenelemente sich beziehen. Vor Allem hat *Stilling* in einer grossen Arbeit den Fasern und Zellen einen äusserst zusammengesetzten Bau zugeschrieben. Mark und Scheide, Kern, Zellinhalt und Zellmembran der Zellen sollen aus zusammenhängenden feinen Röhrchen bestehen, die bei den Fasern im Innern das Nervenmark enthalten und mit diesen Röhrensystemen sollen auch die je aus 3 Theilen zusammengesetzten Axencylinder und Kernkörperchen durch Röhren sich verbinden. Ausserdem würden solche Röhrchen auch noch benachbarte Primitivfasern und Zellen unter einander verbinden. *Jacubowitsch* ferner findet auf Querschnitten von Nervenröhren um den Axencylinder herum eine spiralige Umhüllung, in deren Zwischenräumen das Nervenmark enthalten sei, welche Umhüllungen bei benachbarten Nervenröhren zusammenhängen und Bindegewebe seien. — Soll ich über *Stilling's* Angaben eine Meinung äussern, so muss ich voran stellen, dass man meiner Ueberzeugung nach bei Würdigung von Angaben, die sich auf feinere Verhältnisse von Theilen beziehen, die man bisher für einfach hielt, nicht vorsichtig genug zu Werke gehen kann. Wenn man sich erinnert, was die neuesten Erfahrungen über den Bau der Darmcylinder und der Eihüllen (Poren), des elektrischen Organs (Endnetze), der blassen Nervenfasern (Zusammensetzung aus feineren Fäserchen [siehe §. 115]) zu Tage gefördert haben, und wenn man ferner bedenkt, dass die Annahme einer bestimmten Anordnung der letzten Molecüle aller thierischen Formgebilde unabweisbar ist, so wird man sich wohl hüten über Angaben der Art, und wenn sie auch so weit gehen, wie die von *Stilling*, vorschnell ein Urtheil zu fällen. Immerhin ist es der Kritik gestattet dieselben zu beleuchten und erlaube ich mir daher vorzubringen, dass ich weder an eigenen, noch an den Präparaten von *Stilling* selbst, die derselbe mir zu zeigen die Güte hatte, irgendwie die Ueberzeugung zu gewinnen im Stande war, dass die von *Stilling* gemeinten und abgebildeten Theile röhrige Elemente seien. Ueberhaupt muss ich für einmal selbst gegen das Vorkommen der fraglichen Bildungen als Theile der lebenden Nervenfasern und Zellen mich aussprechen, ohne hiermit weiteren Untersuchungen den Weg abschneiden zu wollen. Ziemlich in demselben Sinne wie ich haben sich nun auch *Lister* und *Turner* ausgesprochen, wogegen *Stilling* neuerdings wieder (in seinem grossen Werke S. 701) seine Auffassung vertheidigt. *Mauthner* schildert das Nervenmark als gleichartig oder geschichtet und unterscheidet am Axencylinder zwei Theile, einen innern, der sich in Carmin tiefer färbe. *Clarke* endlich schliesst sich an mich, *Lister* und *Turner* an und

bringt nur insofern Eigenthümliches, als er die Scheide aus verschieden dicken Fasern zusammengesetzt sein lässt. Hier scheint mir ebenso wie bei *Mauthner*, der die Scheiden z. Th. structurlos, z. Th. aus Bindegewebsfasern zusammengesetzt nennt, eine Verwechselung mit gewöhnlichem Neurilem stattgefunden zu haben. — *Jacubowitsch's* Annahmen anlangend, so richten sich dieselben von selbst und scheint es mir nicht nöthig, weiter bei denselben zu verweilen.

§. 115.

Marklose Nervenröhren. Je weiter die Untersuchungen reichen, um so mehr zeigt sich, dass auch beim Menschen und bei höheren Thieren Nervenfasern, die der weissen Substanz entbehren, eine sehr verbreitete Erscheinung sind, zugleich ergibt sich aber auch eine immer grösser werdende Unsicherheit, wenn es sich darum handelt, den Bau derselben genau zu bestimmen.

Bei der Beschreibung dieser Fasern gehe ich von gewissen Nervenendigungen aus, welche die Verhältnisse am klarsten zeigen und zwar denen im

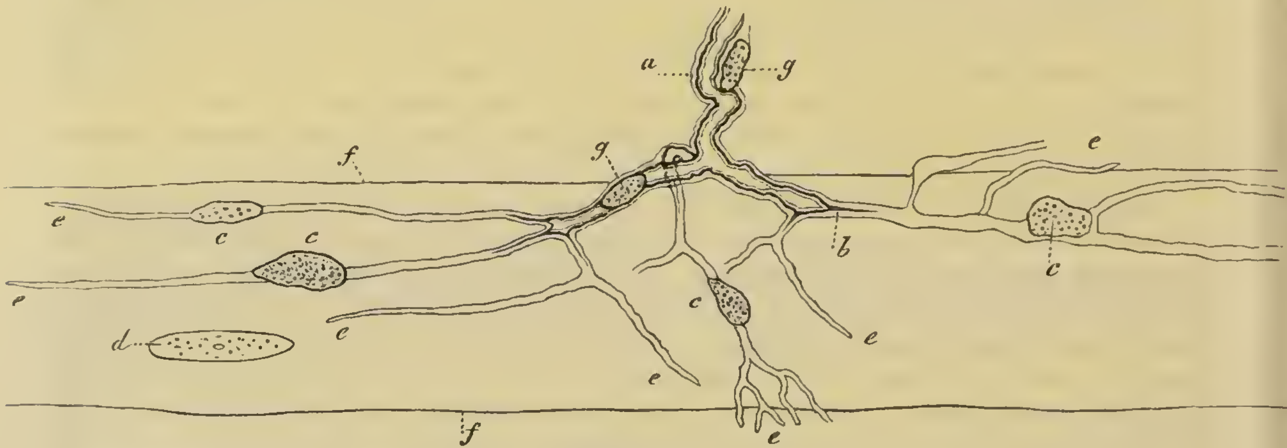


Fig. 157.

elektrischen Organe von *Torpedo*, in den Muskeln des Frosches und in der Haut der Maus und Ratte und verweise vor Allem auf die Figg. 157 und 158. An allen diesen Stellen ergibt die Untersuchung der Uebergangsstelle der markhaltigen in die marklosen Nervenfasern 1) dass die Primitivscheide mit ihren Kernen auch auf die marklosen Fasern übergeht und 2) dass die letztern im Innern bald auf kürzere, bald auf längere Strecken einen blassen Faden enthalten, der die Fortsetzung des Inhaltes der Nervenröhre (Mark und Axencylinder) ist. Da nun das Mark durch seine dunklen Begrenzungen sich auszeichnet, besagter Faden aber blass ist, so liegt es nahe anzunehmen, dass derselbe einzig und allein die Fortsetzung des Axencylinders sei, es möchte jedoch schwer sein zu beweisen, dass derselbe nicht in einzelnen Fällen, wenigstens am Beginne, noch einen dünnen Ueberzug von Mark besitzt, um so mehr, da es Stellen gibt, wo der innere Faden zwischen entschieden markhaltigen Stellen auch ganz blass ist, wie an der Theilungsstelle der

Fig. 157. Endverästelung einer dunkelrandigen Röhre aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches mit der Linse *à immersion* No. 10 von Hartnack und *Oc.* 1. *a.* Scheide der Nervenröhre bei *b* auf die blassen Endfasern übergehend. *b.* Fortsetzung des Nervenröhreninhaltes (vorzüglich des Axencylinders) in die blassen Endfasern. *c.* Kerne der blassen Endfasern. *d.* Ein Kern der Muskelfaser *f f*, auf welcher die Verästelung der Endfasern aufliegt. *e e e e* Enden der blassen Endfasern. An den übrigen Stellen wurde ein deutliches Ende der Fasern nicht gesehen. *g.* Kerne der dunkelrandigen Nervenröhren.

Fig. 158. Im weiteren Verlaufe ist derselbe jedoch wohl entschieden nur als Axencylinder anzusehen, doch bleibt dieser Axencylinder immer nur auf eine

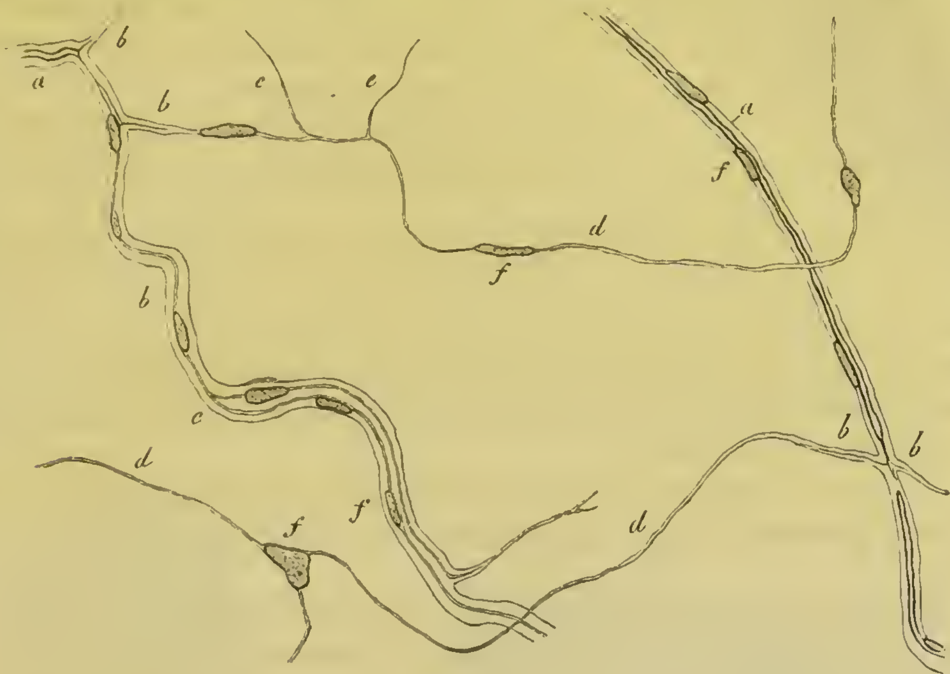


Fig. 158.

gewisse Strecke unterscheidbar und folgen an den Endigungen selbst blasse gleichartige Fasern mit Kernen, die schliesslich mit kernlosen Fäserchen enden, die entweder ein Netz bilden (*Torpedo*) oder frei auslaufen. Obgleich an diesen Endfasern weder Hülle noch Inhalt zu unterscheiden sind, so möchte doch nicht bezweifelt werden können, dass die kernhaltigen unter ihnen alle zarte Röhren sind, deren Inhalt den Axencylinder der andern Fasern vertritt und deren Hülle die Fortsetzung der Primitivscheide derselben ist. Hervorgehoben zu werden verdient nun auch noch, dass wenigstens beim Frosche blasse Fasern vorkommen, die stellenweise zwei Axencylinder enthalten (Fig. 158).

Alles zusammengenommen, erscheinen somit die marklosen Nervenfasern an den angegebenen Stellen in mehrfachen Formen und zwar 1) als deutliche Röhren mit Scheide und Axencylinder und Kernen, welche in gewissen Fällen selbst zwei Axencylinder innerhalb einer Scheide führen und 2) als scheinbar gleichartige Fasern, die wiederum kernhaltig und kernlos auftreten, und wenn man der Sache auf den Grund geht, ebenfalls alle zarte Röhren sein möchten, deren Inhalt dem Axencylinder der andern Fasern entspricht.

Gehen wir nun mit dieser Kenntniss der marklosen Fasern der besagten Gegenden zur Prüfung der übrigen solchen Fasern, so finden wir, dass dieselben je nach den verschiedenen Organen bald genau dem entsprechen, was wir hier fanden, bald wenigstens der einen oder andern der aufgezeichneten

Fig. 158. Ein Theil der Verästelung sensibler Fasern aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, Linse 7 *Oc.* 1 von Hartnack. *a a* dunkelrandige Fasern mit einer abstehenden zarten Scheide und Kernen *f* innerhalb derselben, *b b b* blasse Fasern, die theils die Fortsetzungen der dunkelrandigen Fasern sind, theils seitlich von denselben abgehen, die alle noch eine Scheide und einen blassen Inhalt (Axencylinder) besitzen. Bei *c* theilt sich der Axencylinder einer solchen Faser. *d d d* marklose Endfasern mit Kernen *f*, an denen keine Scheide mehr zu erkennen ist.

Formen gleichwerthig sind. Wesentlich dasselbe was in den quergestreiften Muskeln zeigen nach meinen Erfahrungen die Nervenenden im Herzen, in den glatten Muskeln, an den Gefässen und in den Schleimhäuten des Frosches, ferner die der Hornhaut aller Thiere. Abweichender sind dieselben an anderen Orten und zwar finden sich hier folgende Formen.

1. Kernlose blasse Fasern, die mehr weniger freien Axencylindern gleichen, jedoch nirgends mit der nöthigen Bestimmtheit als solche erwiesen sind. Hierher rechne ich

a) die blassen Endfasern in den *Pacini*'schen Körperchen, Endkolben und Tastkörperchen;
b) die blassen Opticusfasern in der *Retina*;
c) die blassen Ausläufer der Ganglienzellen vieler Gegenden;
d) die blassen Endfasern im Gehörorgane und in der *Retina* (die nervösen Theile der Radialfasern).

2. Kernhaltige Fasern mit Hülle und weicherem Inhalte. Hierher zählt man gewöhnlich die sogenannten *Remak*'schen Fasern des *Sympathicus*.

3. Kernhaltige oder kernlose Fasern, die ein ganzes Bündel von Axencylindern enthalten. Hierher scheinen die grauen Fasern der *Rami olfactorii* zu zählen, sowie die Ausläufer gewisser grosser Nervenzellen *(Lobi olfactorii, Cerebellum)*, deren streifiges Aussehen auf eine Zusammensetzung aus feinen Fäserchen hinweist, doch ist zu bemerken, dass gerade mit Bezug auf diese Abtheilung noch am meisten Dunkel herrscht.

Alle sub 1 und 2 aufgezählten Fasern sowie die Endfasern der früher geschilderten Stellen betrachten *M. Schultze* und z. Th. auch *Remak* als Axencylinder, eine Annahme, die zwar möglicher Weise für viele Fälle richtig, aber doch noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit erwiesen ist. Man beachte, dass, wie ich gefunden, bei den Muskelnerven die Scheide unzweifelhaft auf die blassen kernhaltigen Endfasern übergeht und dass Axencylinder nie Kerne haben, und bin ich daher vorläufig geneigt anzunehmen, dass alle blassen Fasern, die noch Kerne führen, auch eine zarte Scheide besitzen. Was dagegen die kernlosen Fasern z. B. des Endnetzes im elektrischen Organe von *Torpedo* betrifft, so kenne ich vorläufig keine Thatsache, die gegen *Schultze's* Annahme spräche, dass dieselben nur Axencylinder sind.

Die genauere Untersuchung der blassen Nervenfasern ist noch in den ersten Anfängen. Eine eben vorgenommene sorgfältige Prüfung der blassen Milznerven des Ochsen hat mir sehr merkwürdige Ergebnisse geliefert, die ich jedoch, da die Untersuchung noch nicht zu Ende geführt ist, nur mit Vorbehalt mittheile. Statt der allgemein beschriebenen blassen kernhaltigen Fasern finde ich nichts als Bündel ganz feiner Fäserchen wie Axencylinder, an denen ich keine Kerne sehe. Dagegen finde ich in den Kerngegenden kleine Spindelzellen, wie Bindegewebskörperchen, deren übrige Verhältnisse — ob sie unter sich zusammenhängen und die Bündel der Axencylinder scheidenartig umgeben oder nicht — mir noch nicht klar geworden sind. Bei der Milz hoffe ich hierüber Bestimmteres mittheilen zu können.

§. 116.

Die Nervenzellen, *Cellulae nerveae*, (Belegungskörper, Nervenkörper, *Valentin*) (Fig. 45, 46, 159) sind kernhaltige Zellen, welche in gros-

ser Zahl in der grauen oder gefärbten Substanz der Centralorgane, in den Ganglien und hie und da auch in Nervenstämmen und in den peripherischen Ausbreitungen der Nerven (*Retina*, Schnecke, Vorhof, Schleimhäute u. s. w.) sich finden. Die Nervenzellen besitzen als äussere Bekleidung eine zarte, gleichartige Membran, welche in den Zellen der Ganglien (den Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier, unter Zuziehung von Reagentien, an den grösseren Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren eine solche, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht zu beobachten ist. Der Inhalt der Nervenzellen ist eine weiche, aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem Zellenkerne, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einem hellen, gleichartigen, leicht gelblichen oder farblosen

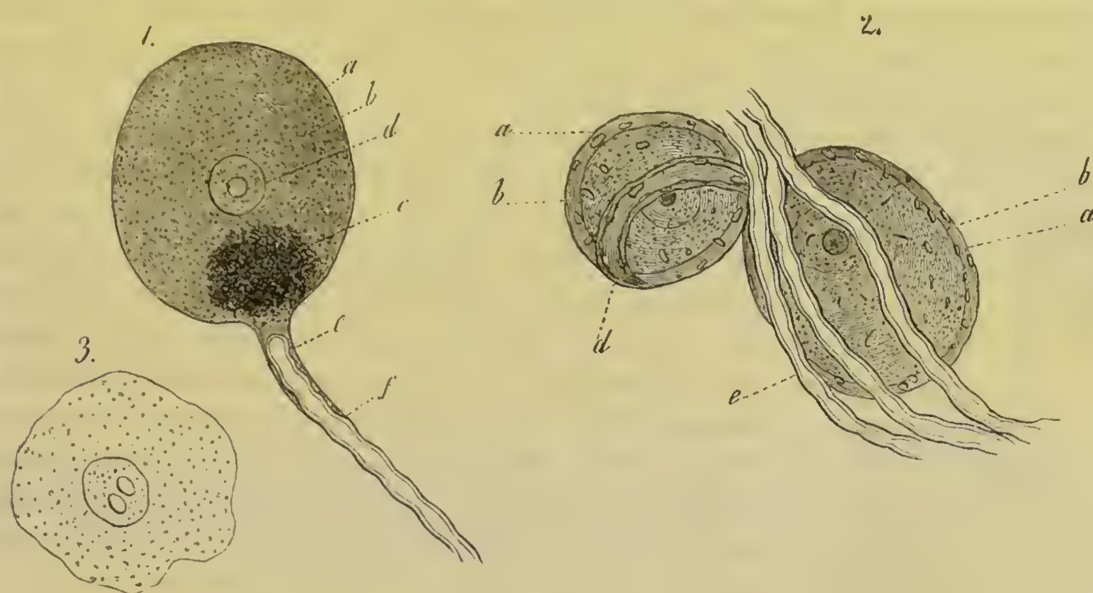


Fig. 159.

Cytoplasma, welches die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und grösstentheils eine Proteinverbindung ist und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle. Mitten in diesem Inhalte liegt der

Fig. 159. Nervenzellen 350mal vergr. aus dem *Acusticus*. 1. Nervenzelle mit Faserursprung aus der Anastomose zwischen *Facialis* und *Acusticus* im *Meat. aud. int.* des Ochsen, *a.* Membran der Zelle, *b.* Inhalt, *c.* Pigment, *d.* Kern. *e.* Fortsetzung der Scheide auf die Nervenfaser, *f.* Nervenfaser. 2. Zwei Nervenzellen mit Fasern aus dem *N. ampull. infer.* des Ochsen, *a.* Scheide mit Kernen, *b.* Membran der Zellen, *d.* eine entspringende Faser mit kernhaltiger Scheide. 3. Frei dargestellter Inhalt einer Ganglienzelle mit Kern und zwei *Nucleolis*. Diese Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Marquis *Corti*.

Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr verschieden; es gibt auch hier, wie bei den Fasern, grosse und kleine und Mittelformen. Die äussersten Zahlen sind für die Zellen 0,002—0,003''' und 0,05—0,06'''. Die Kerne, die den Zellen meist entsprechen, messen von 0,0015—0,008''', die Kernkörperchen 0,0005—0,003'''. Ausserdem unterscheiden sich die Nervenzellen noch 1) in zartwandige und dickwandige, von denen die ersteren fast alle im Mark und Hirn sich finden und 2) in selbständige Zellen (apolare Zellen) und in Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig verästelt sich finden und indem sie selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben, vielleicht alle theils in dunkelrandigen Nervenfasern sich fortsetzen, theils zur Verbindung der Nervenzellen unter sich dienen.

Ausser den Nervenzellen finden sich in der grauen Substanz der höhern Centralorgane als regelrechte Bestandtheile eine feinkörnige blasse Substanz, die mit dem Inhalte der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat und von mehreren Schriftstellern für nervös gehalten, ja selbst als ein dichtes Netz blasser Nervenfasern geschildert wird, während andere sie als eine untergeordnete Bindesubstanz betrachten. Hierüber unten mehr. Wirkliches Bindegewebe findet sich in den Ganglien als ein Gefässe tragendes Maschenwerk, in dessen Lücken die Zellen eingebettet sind. An einzeln für sich dargestellten Zellen erscheint dasselbe in Gestalt einer besonderen kernhaltigen äusseren Scheide, ohne wirklich eine solche zu sein, ausser in den Fällen, wo Nervenzellen ganz allein seitlich an Nervenstämmchen ansitzen (Fig. 160). Eine feinkörnige Substanz enthält auch die *Retina* und nach *Wagner* und *Robin* die Ganglien der Plagiostomen.



Fig. 160.

Die Nervenzellen sind einfache Zellen, als welche sie schon von *Schwann* aufgefasst wurden; diess beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwickelung deutlich und klar. Wenn *Bidder* (l. c.) von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einer und solche mit vielen Faserursprüngen gibt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich, dass die Entwickelungsgeschichte die Bildung einer Nervenzelle

Fig. 160. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist, 350mal vergr. Vom Menschen.

in toto, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist. —

In Betreff des Baues der Nervenzellen sind noch manche Verhältnisse nicht hinreichend aufgeklärt. Was erstens die Hülle derselben anlangt, so bezweifeln manche Beobachter, dass die Zellen der Centralorgane Hüllen besitzen. So konnte *Stannius* dieselben bei den Neunaugen nicht finden und *R. Wagner* stimmt für die Nervenkörper der elektrischen Lappen der Zitterrochen bei. Aehnlich hat sich in neuester Zeit *M. Schultze* geäussert, der vier Arten von Nervenzellen unterscheidet (*Obs. d. retin. str.* p. 22): 1) hüllenlose Zellen (Gehirn, Rückenmark, *Retina*), 2) Zellen mit Neurilem (alle peripherischen Ganglien mit multipolaren Zellen), 3) Zellen mit Markscheide ohne Neurilem (Bipolare Zellen des *Acusticus* einiger Fische), 4) Zellen mit Markscheide und Neurilem (Bipolare Zellen der Spinalganglien, obgleich bei diesen die Markscheide nicht immer die ganze Zelle einschliesse). Lassen wir 3 und 4 als seltene Fälle bei Seite — denn in der überwiegend grossen Mehrzahl der Fälle besitzen die Ganglienzellen keine Umhüllung von Nervenmark — so erhalten wir nach *Schultze* zwei grosse Abtheilungen, hüllenlose oder nackte Zellen und mit einer Hülle versehene. Diesen Forschern gegenüber nehmen *Stilling* und *Mauthner* auch an den Zellen der Centralorgane Hüllen an, was *H. Walther* für die grossen multipolaren Zellen des *Lobus olfactorius* bestätigt. Was mich betrifft, so glaube ich an den grossen vielstrahligen Zellen im Rückenmark und kleinen Gehirn des Menschen und hie und da auch an andern eine Hülle gesehen zu haben, gebe jedoch zu, dass an allen kleineren Zellen und an den Fortsätzen der centralen Zellen bis jetzt eine Hülle sich nicht hat nachweisen lassen; hieraus leite ich aber noch nicht den Schluss ab, dass eine Hülle wirklich fehlt, vielmehr bin ich der Ansicht, dass es vorläufig eher gerechtfertigt ist, eine solche anzunehmen, als sie zu läugnen. Die in den Ganglien und sonst beobachteten eigentlichen Hüllen der Nervenzellen waren alle kernlose zartere Bildungen, die meiner Meinung nach nicht mit den kernhaltigen oben besprochenen äusseren Scheiden zusammengeworfen werden dürfen.

In Betreff des Inhaltes der Ganglienzellen sind *Stilling's* Ansichten im §. 115 schon angeführt worden. Ausserdem hat schon seit längerer Zeit *Remak* angegeben (Monatsb. d. Berl. Akad. Sitz. v. 12. Mai 1853), dass derselbe in den Spinalganglien von Rochen aus einer »fibrillösen Masse« bestehe, welche in ähnliche Streifen der Wände der Axenschläuche (Axencylinder) übergehe, während die Wand selbst sich in die Hülle der Ganglienzelle fortsetze. Beide Angaben verdienen genauere Prüfung um so mehr, als, wie oben angegeben, mehrere Thatsachen vorliegen, welche es als nicht unmöglich erscheinen lassen, dass die Axencylinder einen zusammengesetzteren Bau haben, als gewöhnlich angenommen wird. — Mehrere Beobachter beschreiben Verbindungen von Kern oder Kernkörperchen der Ganglienzellen oder von beiden mit den entspringenden Nervenröhren, so *Harless* (*Müll.* Arch. 1846), *Axmann* (*de gangl. syst. struct.* Fig. 6—10), *Lieberkühn* (*de gangl. struct. penit.*) und *G. Wagener* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII). Obschon die grosse Mehrzahl der Beobachter diesen Angaben gegenüber sich bis jetzt ganz still verhalten hat, so ist doch sicherlich etwas Wahres daran und habe ich in diesem Winter im *Ganglion Gasseri* des Kalbes bestimmt zwei Fälle gesehen, in denen der *Nucleolus* in eine Faser sich verlängerte, die gegen einen abgehenden Fortsatz der Zelle verlief. Dagegen konnte ich ebensowenig wie *Stilling*, der in seinem grossen Werke S. 820 ähnliche Beobachtungen über Fortsätze der Kerne mittheilt, mich davon überzeugen, dass die gesehenen Verlängerungen mit den Fortsätzen der Zellen zusammenhingen, die ich bis jetzt immer nur mit dem Zelleninhalte verbunden sah. —

In neuester Zeit haben mehrere Beobachter das Verhalten der Nervenzellen gegen Carmin geprüft. *Gerlach*, der diese Prüfung überhaupt zuerst einführte, gibt an (Mikr. Studien), dass von allen Theilen der Zellen der *Nucleolus* am stärksten, dann der Kern und am wenigsten der Zelleninhalt gefärbt werde. *Stilling* dagegen meldet (Bau des Rückenmarks), dass solche Unterschiede nicht vorkommen, ja dass *Nucleus* und *Nucleolus* ungefärbt gefunden werden in Fällen, wo der Inhalt gefärbt sei. — Nach *Mauthner's* Untersuchungen sollen verschiedene Nervenzellen gegen Carmin verschieden sich verhalten und unterscheidet er im centralen Nervensysteme des Hechtes nach ihren Färbungsverhältnissen viererlei verschiedene Zellen, in Betreff welcher die Einzelnheiten in seiner Abhandlung (Wien. Sitzungsb. 1860. S. 585) nachzusehen sind.

Mauthner's fernere Annahme, dass diese Unterschiede auch physiologische Abweichungen zu erkennen geben, brauche ich um so weniger zu berücksichtigen, als *Stieda* (l. i. c. S. 7. 8) die *Mauthner*'schen Angaben nicht bestätigt fand. — Auch die Hüllen der centralen und der meisten peripherischen Zellen färben sich nach *Mauthner* in Carmin.

Nervenzellen mit mehrfachen Kernen sind bei jungen Thieren häufig (siehe unten). Bei Erwachsenen sind solche Fälle sehr selten, doch haben *Henle* und *Mauthner* dergleichen Zellen auch hier gesehen. Auch zwei *Nucleoli* kommen vor, wofür ich mit *Mauthner* einstehen kann. Die nicht selten vorkommende Höhle im *Nucleolus* hält *Mauthner* für ein Bläschen, das er *Nucleololus* nennt.

Die Fortsätze der Nervenzellen im Hirn und Mark, die *Purkyně* zuerst gesehen, werden bei den Centralorganen näher geschildert und wird dort auch die Frage erörtert werden, wie dieselben zu den centralen Fasern sich verhalten. In den Ganglien sind Zellen mit sich theilenden Fortsätzen selten, und an ihrer Stelle finden sich meist nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier einfachen blassen Anhängen, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen.

Centrales Nervensystem.

§. 117.

Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmarke so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben so zu sagen ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den Hörnern, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird. Ausserdem findet sich noch durch das ganze Mark eine bedeutende Menge von Bindesubstanz als Trägerin der nervösen Elemente und der Gefässe, die im nächstfolgenden §. besonders besprochen werden soll.

Die weisse Substanz des Rückenmarks kann für die Beschreibung am passendsten in hergebrachter Weise in zwei Hälften und jede derselben in drei Stränge getheilt werden, obschon, was die letztern anlangt, die Entwickelungsgeschichte unumstösslich beweist (*Bidder* und *Kupffer*, ich), dass eigentlich nur zwei Stränge jederseits, Vorder- und Hinterstränge anzunehmen sind und dass der Seitenstrang grösstentheils zum Vorderstrange gehört. Die Vorderstränge, *Funiculi anteriores*, werden nach innen durch die in der ganzen Länge des Markes sich erstreckende *Fissura anterior*, in welche ein gefässreicher Fortsatz der *Pia mater* sich einsenkt, fast ganz von einander getrennt, hängen jedoch im Grunde der Spalte durch die vordere oder weisse Commissur *(Comm. alba)* unter sich zusammen; nach aussen reichen sie bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis anterior*, hängen jedoch hier unzertrennlich mit den Seitensträngen, *Funiculi laterales*, zusammen, die da, wo der *Sulcus lateralis posterior* liegt, wiederum ohne Grenze in die hinteren Stränge übergehen. Diese, *Funiculi posteriores*, stossen zwar in der hinteren Mittellinie scheinbar zusammen, indem die von Manchen angenommene hintere Längsspalte, mit Ausnahme der Lendenanschwellung und der oberen Cervicalgegend, beim Menschen nicht vorhanden ist, sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes durch sehr zahlreiche, in der hinteren Mittellinie bis zum grauen Kerne eindringende Gefässe und sie begleitendes Bindegewebe so von einander getrennt, dass ihre Nervenfasern an den meisten Orten einander nicht einmal berühren, und wo diess noch der Fall ist nur neben einander liegen und durchaus nie in einan-

der übergehen. Es stellt mithin die weisse Substanz des Markes zwei nur durch die vordere weisse Commissur vereinte Hälften dar, von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche die zwischen den Hervorragungen der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen ausfüllen.

Die graue Substanz besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Gestalt und vier seitlich von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt derselben ein Kreuz bildet. Der mittlere Theil oder die graue Commissur, *Comm. grisea*, enthält beim Erwachsenen in den meisten Fällen eine enge röhrenförmige Höhlung, den *Canalis centralis med. spinalis*, als Rest des weiteren beim Fötus vorkommenden Hohlraumes, mit flimmerndem Epithel und um denselben eine graue Masse, den von mir sogenannten centralen grauen Kern, *Stilling's Subst. gelatinosa centralis*, den ich mit *Virchow* zum *Ependyma* des *Canalis centralis* zähle und centralen Ependymfaden nenne. Vor und hinter diesem Faden finden sich querlaufende Nervenfasern, von denen die vorderen am besten zur *Commissura anterior* gezählt werden, während die hinteren die *Commissura grisea s. posterior* darstellen. Von den Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner genannt, sind die vorderen kürzeren und dickeren, *Laminae griseae anteriores*, *Cornua anteriora*, gleichmässig grau aus grösseren und kleineren Nervenzellen und zarteren und mittelfeinen Nervenfasern gebildet, die hinteren längeren und schlankeren, *Laminae posteriores*, *Cornua posteriora*, an ihrem Ursprunge so gebildet, wie die vorderen, nur meist mit kleineren Zellen, am hinteren Ende dagegen mehr weniger weit, von einer helleren Schicht mit vorwiegend kleineren Zellen, der *Substantia gelatinosa (Rolando)*, bekleidet. Von den Wurzeln der Rückenmarksnerven dringen die vorderen zwischen den vorderen und seitlichen Strängen gerade auf die vorderen Hörner ein, und die hinteren verlieren sich zwischen den seitlichen und hinteren Strängen durch die *Substantia gelatinosa* durchtretend in den hinteren Blättern.

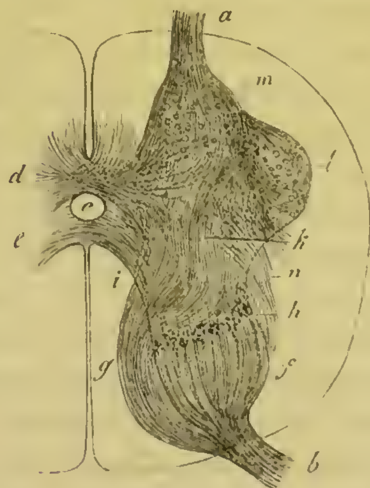


Fig. 161.

Den feineren Bau des Rückenmarks anlangend, so sind in der weissen Substanz 1) wagerechte, 2) der Länge nach verlaufende und 3) schiefe Fasern zu unterscheiden. Die Längsfasern sind an allen Stellen, mit Ausnahme der vorderen Commissur, einem guten Theile nach ganz unvermischt mit wagerechten Fasern und verlaufen an der Oberfläche alle einander gleich, während sie in den tieferen, besonders den an die graue

Fig. 161. Querschnitt der Lendenanschwellung des Rückenmarks eines Kindes, etwa 7½mal vergr. *a.* Vordere Wurzel, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralkanal, *d. Commiss. anterior*, *e. Commissura posterior*, *f. Subst. gelatinosa*, *g.* Fasern der hinteren Wurzel, die durch die hintern Stränge treten, *h.* ebensolche Fasern, die vor der *Subst. gelatinosa* zu longitudinalen Elementen werden, *i.* Uebergang eines Theiles der Fasern *g* in die vorderen Commissuren, *k.* Uebergang eines andern Theiles dieser Fasern *g* in das Vorderhorn und scheinbarer Zusammenhang mit den motorischen Wurzeln, *l.* äussere Zellensäule der Vorderhörner, *m.* innere Zellensäule dieser Hörner, *n.* Fasern der hintern Wurzeln, die durch die Seitenstränge ziehen.

Substanz angrenzenden Theilen, untereinander sich verflechten oder feinere Bündel bilden. Dieselben nehmen von oben nach unten an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, nach und nach von innen her in die graue Substanz eintreten, und zeigen die allgemeinen Eigenschaften der centralen Nervenröhren, d. h. Zartheit der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke, die entweder aus allen ihren Theilen oder aus der Axenfaser oder aus der Markscheide bestehen. Ihr Durchmesser beträgt von 0,0012—0,0048''', im Mittel 0,002—0,003''' und finden sich die Fasern im Allgemeinen so vertheilt, dass 1) die Hinterstränge und hinteren Theile der Seitenstränge feinere Fasern führen als die übrigen Theile, und 2) in jedem Strange die feinen Fasern im Ganzen mehr die tiefsten Theile desselben einnehmen. Die wagerechten und schiefen Fasern finden sich 1) in den Theilen der Seiten- und hinteren Stränge, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, deren Beschreibung unten bei der grauen Substanz folgt, 2) in der weissen Commissur und 3) an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder vordere Commissur (Fig. 161 *d*) mit Inbegriff der von mir früher als vordere graue Commissur bezeichneten Fasern ist z. Th. eine Commissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes, z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge. Die Commissurenfasern laufen meist in wagerechter Richtung quer oder schief vor dem Centralkanale hin, wobei sie z. Th. deutlich sich kreuzen, und strahlen pinselförmig in alle Theile der grauen Substanz in der Richtung gegen die drei weissen Stränge aus, wo wir dieselben wieder finden werden. Die sich kreuzenden Fasern werden von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern der vorderen Stränge gebildet, welche, indem sie in schiefem Verlaufe nach innen sich umbiegen, vor den anderen Commissurenfasern oder vermengt mit denselben sich durchkreuzen und das vom rechten Vorderstrange kommende Bündel in das linke vordere Horn der grauen Substanz, das vom linken abstammende in das rechte Vorderhorn wagerecht ausstrahlen. Die Dicke der *Comm. anterior* ist nicht überall dieselbe und ebenso wechselt auch ihre Breite; am stärksten ist sie in der Gegend der zwei Anschwellungen, am schwächsten in der Mitte der Dorsalgegend des Markes. Die Breite richtet sich so ziemlich nach der Breite des Markes und des Grundes der vorderen Spalte, ist am stärksten an der Halsanschwellung und nimmt von hier nach beiden Seiten ziemlich gleichmässig ab. Die Fasern derselben messen 0,0012—0,003''' und nehmen beim Ausstrahlen in die vorderen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab. — Am ganzen Halstheile findet *Goll* in den Hintersträngen zwei dunklere keilförmige Mittelstreifen, mit der Basis die Oberfläche erreichend und mit den Spitzen nur ½ Mm. von der hintern Commissur entfernt. Diese Gebilde, die ich die *Goll*'schen Keilstränge heissen will und auch im Rückentheile des Markes ziemlich deutlich erkenne, zeigen mehr Bindesubstanz, als irgend welche andere Theile des Markes, und die feinsten Fasern, die in der weissen Substanz vorkommen, und verdienen eine weitere Berücksichtigung um so mehr, da dieselben nach meinen Erfahrungen bei Embryonen sehr früh auftreten (Entw. S. 262, Fig. 131).

Die Wurzeln der Spinalnerven (Fig. 161 *a. b*) setzen im Allgemeinen in grösseren Bündeln vom *Sulcus lateralis anterior* und *posterior* aus wagerecht oder schief zwischen den Längsfasern hindurch, um Alle in die

vorderen und hinteren grauen Blätter sich einzusenken, wo wir denselben wieder begegnen werden. Ihre Nervenröhren (in den hinteren Wurzeln zu $^2/_3$ von 0,004—0,008''', zu $^1/_3$ von 0,0012—0,003''', in den vorderen zu $^3/_4$ von 0,006—0,011''', zu $^1/_4$ von 0,0025—0,003''') besitzen, sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Eigenschaften centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil 0,004—0,006''' in den sensiblen, bis zu 0,008''' in den motorischen Wurzeln, verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 0,0012 — 0,0028''' Durchmesser, die Letzteren ebenfalls die meisten nicht stärker als 0,004''' (einzelne mit 0,006''') in die graue Substanz zu treten.

In der grauen Substanz verdienen die Nervenzellen und die Nervenröhren eine besondere Besprechung. Die Ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch alle darin überein, dass sie ohne Ausnahme und zwar meist mehrfache Ausläufer besitzen, welche schliesslich durch Verästelung in ganz feine blasse Fäserchen wie die feinsten Axenfasern auslaufen. Ich unterscheide 1) die der *Substantia gelatinosa*, welche bei einer Grösse von 0,004—0,008''' leicht gelblich sind und 1—3 Fortsätze und einfache Kerne haben. Neben diesen Zellen enthält die *Subst. gelatinosa* noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andere ächte Nervenfasern (siehe unten).

Sehr entwickelte ausgezeichnete Nervenzellen sitzen 2) vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, meist eine innere vordere und äussere hintere Gruppe, an denen jedoch wieder kleinere Unterabtheilungen sich finden, bildend (Fig. 161 *l. m*), kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner vereinzelt vor. Alle diese Zellen (Fig. 162) sind 0,03—0,06''' gross,



Fig. 162.

Fig. 162. Grosse Nervenzellen mit Fortsätzen aus den vorderen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350mal vergr.

mit 0,005—0,008''' grossen Kernen, spindelförmig oder vieleckig, häufig braun gefärbt und mit 2—9 und noch mehr verästelten anfangs häufig 0,004—0,005''' dicken Ausläufern versehen, die bis auf 0,1—0,24''' sich verfolgen lassen und schliesslich in feine Fäserchen auslaufen, die kaum stärker als 0,0004''' alle in der grauen Substanz drin liegen. 3) Findet sich am ganzen Rückentheile des Markes von der unteren Hälfte der Halsanschwellung bis zum zweiten Drittheile der Lendenanschwellung an der Aussenseite der vorderen Enden der Hinterhörner ein sehr deutlich abgegrenzter, auf Querschnitten rundlicher Haufen von Zellen, die ich die *Clarke*'schen Säulen oder die *Stilling*'schen Kerne heissen will *(Clarke's posterior vesicular columns)*. Die Zellen derselben sind etwas kleiner als die der vorderen Gruppen (von 0,02—0,04''') und mehr rund, sonst wie sie mit vielen verästelten Fortsätzen versehen, jedoch weniger gefärbt (Fig. 164). 4) Ausser diesem besonderen Haufen enthält die graue Substanz der Hinterhörner noch hie und da zerstreute einzelne grössere Zellen und finden sich 5) überall in der grauen Substanz besonders der Hinterhörner zerstreut auch kleinere ächte Nervenzellen bis zu solchen von 0,008''' Grösse, alle mit verästelten mehrfachen Fortsätzen, die, abgesehen von der Grösse, wie die andern beschaffen sind und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen. Der Verlauf der stärkeren Ausläufer aller

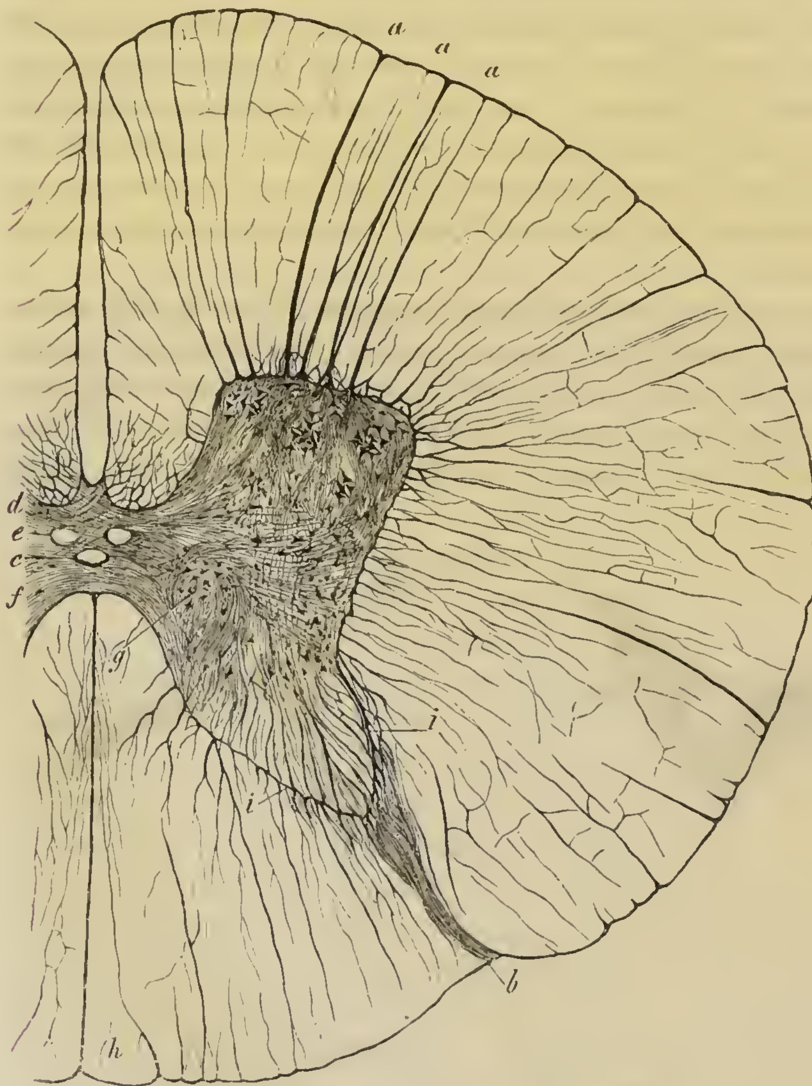


Fig. 163.

Fig. 163. Querschnitt des untern Dorsaltheiles des Rückenmarks, 10mal vergr. *a a a* Vordere Wurzel, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralkanal, *d.* vordere Commissur, *e.* zwei Bündel von Längsfasern, in der vordern Commissur den Vordersträngen angehörend, *f.* hintere Commissur, *g. Clarke*'sche Säulen oder *Stilling*'scher Kern, *h. Goll*'sche Keilstränge, *i. Subst. gelatinosa.* In der weissen Substanz sind nur die strahlenförmigen Züge von Gefässen, Bindesubstanz und z. Th. auch Nervenfasern angegeben.

Zellen ist theils wagerecht nach allen möglichen Richtungen, theils schief auf- und absteigend, selbst ganz senkrecht. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen unter ihnen, welche 1) aus den beiden Hörnern in die Bahnen der vordern und hintern Wurzeln in den weissen Strängen und 2) aus der grauen Substanz wagerecht in die 3 weissen Stränge abgehen, indem dieselben wohl unzweifelhaft mit den Nervenfasern der betreffenden Stränge und Wurzeln sich verbinden.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr (bis zu 0,0008‴) dünner sind; doch finden sich auch ebenso breite Fasern, wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vorderen Wurzeln hin. Die Untersuchung des Verlaufes dieser Nervenfasern in der grauen Substanz ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Betrachten wir vor Allem die Wurzeln der peripherischen Nerven (Fig. 161), so zeigt sich 1) dass die motorischen unter denselben, nachdem sie im *Sulcus lateralis anterior* und in den angrenzenden Theilen der Vorder- und Seitenstränge eingetreten und wagerecht die longitudinalen Fasern der weissen Substanz durchsetzt haben, in der grauen Substanz der Vorderhörner im Allgemeinen pinselförmig sich ausbreiten, aber doch vorzüglich nach drei Richtungen weiter ziehen. Die einen Fasern und zwar besonders die der am weitesten nach innen eingetretenen Bündel (Fig. 161) gehen, ohne Geflechte zu bilden oder in erheblicherer Weise in untergeordnete Bündel sich zu sondern, in den innersten Theilen der Vorderhörner, an die Vorderstränge angrenzend, gerade rückwärts und etwas nach innen. Hierbei treten sie z. Th. durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch meist als ganz dichte Bündel und so, dass sich in vielen Fällen bestimmt nachweisen lässt, dass sie mit den Fortsätzen der Zellen nicht zusammenhängen. Geht man nun diesen von den vorderen Wurzeln abstammenden Bündeln weiter nach, so ergibt sich an günstigen Schnitten, dass dieselben, immer in den Vorderhörnern verlaufend, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur sich erstrecken und schliesslich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen ununterbrochen in die Fasern derselben sich fortsetzen und zwar so, dass die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten übergehen. Es findet mithin in der weissen Commissur ein Zusammenhang von longitudinalen Fasern der Vorderstränge und eines Theiles der motorischen Wurzeln, verbunden mit einer gänzlichen Durchkreuzung statt. Doch bin ich nicht Willens zu behaupten, dass alle sich kreuzenden Fasern der vordern Commissur auch mit Wurzelfasern zusammenhängen, um so weniger, als ich selbst diese Kreuzung auf Schnitten gesehen habe, die keine Wurzeln erkennen liessen. Ebenso bin ich natürlich auch nicht gemeint zu sagen, dass alle in die vordere Commissur eindringenden motorischen Wurzelfasern in die Vorderstränge der andern Seite übergehen, da es nicht möglich ist, das Schicksal aller Fasern zu verfolgen und es auf der andern Seite so zu sagen gewiss ist, dass

viele Wurzelfasern mit den grossen Nervenzellen der Vorderhörner sich verbinden.

Ein sehr bedeutender und wohl der grössere Theil Fasern der motorischen Wurzeln nimmt an der beschriebenen Kreuzung keinen Antheil und steht mit den vorderen Bündeln nicht im mindesten Zusammenhange, und zwar mehr die äusseren der in die Vorderhörner eintretenden Wurzelfasern. Die einen dieser Fasern, die ich die mittleren Wurzelfasern der vorderen Hörner heisse (Fig. 161), verlaufen meist in kleinere Bündel oder selbst einzelne Fasern aufgelöst, gerade rückwärts und lassen sich zum Theil bis gegen die hintersten Gegenden der Vorderhörner verfolgen, z. Th. verlieren sie sich in einem unentwirrbaren Flechtwerke von Nervenröhren, das neben den bestimmteren Faserzügen die ganze graue Substanz erfüllt. Die zweite Fasermasse oder die äusseren Wurzelfasern der vorderen Hörner ziehen theils gerade, theils bogenförmig mehr auf Umwegen, wie z. B. längs der vordern äussern Begrenzung der vordern Hörner, und von der Mitte derselben aus nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch den äusseren Haufen der grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner hindurchsetzen, hier zum Theil sich verlieren oder nicht weiter verfolgen lassen, z. Th. in wagerechtem Verlaufe in die Seitenstränge eindringen. Diese letztern Fasern gehen verschieden weit (bis nahe an die Hälfte oder selbst über dieselbe hinaus) in die Seitenstränge hinein, biegen sich dann nach oben oder nach *Clarke* auch nach unten um (schiefe Fasern der Stränge) und werden zu Längsfasern derselben. Es hängt mithin, um es anders auszudrücken, ein zweiter Theil der motorischen Wurzeln mit der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite zusammen, während ein dritter Theil derselben gegen die Hinterhörner verläuft oder in dem dichten Flechtwerk von Nervenfasern der Vorderhörner sich verliert, ohne zu bestimmten Endpunkten sich verfolgen zu lassen.

Ausser diesen Wurzelfasern enthalten nun die Vorderhörner noch folgende z. Th. schon erwähnte Nervenröhren: 1) Ausstrahlungen der *Commissura anterior* nach vorn und nach aussen, deren Ende noch nicht zu ermitteln war. 2) Ausstrahlungen der hintern Commissur, von denen dasselbe gilt. 3) Einstrahlungen von Nervenröhren der hintern Hörner (siehe das folgende) und 4) Einstrahlungen von den Seitensträngen aus, die nicht mit Sicherheit in vordere Wurzelfasern, noch weniger zu Zellen zu verfolgen sind. 5) Längsbündel aus 5—10 feineren Fasern in geringer Zahl und einzelne stärkere Längsfasern *(Goll)*.

Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den vorderen und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufes die meisten (vielleicht Alle) namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen, wie oben angeführt wurde, anfänglich im Mittel 0,002—0,004‴; in der vorderen Commissur kaum über 0,003‴ und in der grauen Substanz kaum mehr als 0,002‴ und ebenso verhält es sich auch mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie wagerecht verlaufen, kaum über 0,002‴ messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen

Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben beim Eintritte ins Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern und beim Anschlusse an die längsverlaufenden Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen. Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern nirgends eine bestimmte Andeutung. Alle andern Fasern der Vorderhörner gehören zu den dünnen und allerdünnsten und besteht namentlich das zwischen den verschiedenartigen Bündeln liegende Flechtwerk aus Fäserchen, die kaum über 0,0015 und z. Th. unter 0,001''' messen.

Die hinteren Nervenwurzeln zeigen schon bei ihrem Eintritte verwickeltere Verhältnisse als die vorderen Wurzeln und kann man wesentlich zwei Abtheilungen derselben unterscheiden. Die einen derselben oder die äussern hintern Wurzelfasern ziehen wagerecht oder leicht schief aufsteigend durch die Längsfasern der weissen Substanz im *Sulcus lateralis posterior* bis zu den hintern Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne stärkere und schwächere Bündel (von 0,01 — 0,02''') oder ganz zarte Faserzüge und einzelne Fasern auf und setzen jedes für sich und ohne mit Nervenzellen irgend welche Verbindung einzugehen durch die *Substantia gelatinosa* hindurch. Hierbei verfolgen die mittleren Bündel einen mehr geraden Verlauf, während die seitlichen meist bogenförmig mit der Wölbung nach aussen und nach innen dahinziehen, so dass das Ganze mehr weniger zierlich und bestimmt die Form von vielen wie von einem Pole ausgehenden Meridianen gewährt (Fig. 164). Gegen das vordere Ende der *Subst. gelatinosa* drängen sich diese Wurzelfasern etwas zusammen und verfolgen von hier aus namentlich zwei Wege. Der eine Theil derselben biegt sich im hintersten Theile der *Substantia grisea* selbst bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel um und verläuft der Länge nach auf- oder abwärts weiter, welche Fasern auf Querschnitten unmittelbar vor der *Subst. gelatinosa* als ein Haufen dunkler rundlicher Flecken leicht zu erkennen sind (Fig. 161, 164). Der weitere Verlauf dieser longitudinalen Bündel der Hinterhörner, wie ich sie heisse, auf die *Clarke* und ich zuerst aufmerksam gemacht haben, ist schwer zu ermitteln. Ich liess diese Fasern früher an die Hinter- und Seitenstränge sich anschliessen, jetzt möchte ich mich wenigstens theilweise zu den Annahmen von *Clarke* und *Stilling* bekennen, nach denen diese Fasern später wieder in die wagerechte Richtung umbiegen und gegen die Vorderhörner und die Commissuren verlaufen, immerhin muss ich für einen Theil dieser Fasern den Anschluss an die Hinterstränge aufrecht erhalten. Nach *Clarke* sollen bei der Katze im obern Theile des Rückenmarks die Fasern der sensiblen Wurzeln, die diese Bündel bilden, Alle abwärts laufen, bevor sie nach vorn wagerecht sich umwenden. Ihren Verlauf verfolgte *Clarke* theils bis zu schleifenförmigen Umbiegungen in den Vorderhörnern und Vordersträngen, theils verloren sich dieselben in den Vordersträngen oder im scheinbaren Anschlusse an die vordern Wurzeln (Zweite Abh. S. 349. Taf. XXIII).

Der zweite Theil der äussern Fasermassen der hintern Wurzeln dringt

vor der *Substantia gelatinosa* im Allgemeinen wagerecht nach vorn in den grauen Abschnitt des Hinterhorns und entzieht sich hier einem guten Theile nach in dem dichten Gewirr feiner nach allen Richtungen ziehender Nervenröhren dem Blicke, immerhin lassen sich manche dieser Fasern bis in die Höhe der Spitzen der Hinterhörner, ja selbst in die vordere graue Substanz verfolgen, wo sie z. Th. spurlos sich verlieren, z. Th., wie ich jetzt *Stilling* zugebe, in manchen Schnitten, besonders in den Anschwellungen mit den von den vorderen Wurzeln in die Hinterhörner strahlenden Fasern wie zu denselben Zügen sich vereinigen, ohne dass jedoch ein unmittelbarer Zusammenhang einzelner Fasern beider Wurzeln mit der nöthigen Bestimmtheit sich beobachten liesse. Andere dieser in die graue Substanz dringenden Fasern ziehen auch gegen die beiden Commissuren, in deren Fasern sie sich fortsetzen.

Die innern Fasermassen der hintern Wurzeln ziehen gleich nach ihrem Eintritte in den *Sulcus lateralis posterior* einwärts in den Hinterstrang und verlaufen in mehr weniger starken Bogen wagerecht oder schief aufsteigend, nach *Stilling* auch schief absteigend, durch denselben nach vorn und aussen. Dann verlassen sie längs der innern Ränder der *Substantia gelatinosa* und vor derselben bis gegen die Spitzen der Hinterhörner hin die Hinterstränge und treten, so viel ich sehe, alle nach vorn in die Vorderhörner, wobei sie gewöhnlich einen zierlich *S*förmig gebogenen Verlauf nehmen (Fig. 161). Ich verfolgte diese Fasern z. Th. bis in die vordere Commissur, z. Th., und diess war immer die Mehrzahl, bis zur hinteren Nervenzellengruppe der Vorderhörner, wo sie meist ganz dem Blicke sich entzogen, manchmal aber auch theilweise bis zum vorderen Theile der Seitenstränge zu verfolgen waren, in welchem sie sich verloren.

Die graue Commissur besteht nebst vieler Bindesubstanz aus einer geringeren Zahl feiner quer verlaufender Fasern, welche von den Seiten derselben aus grösstentheils rückwärts sich wenden und theils mit den sensiblen Wurzelfasern sich verbinden, theils in die hintere Hälfte der Seitenstränge eintreten; die erstern dieser Fasern verlaufen z. Th. längs der Ränder der Hinterstränge, z. Th. weiter nach aussen und hängen namentlich mit der äussern Fasergruppe der hintern Wurzeln zusammen, wogegen das weitere Schicksal der letztern Fasern noch nicht ermittelt ist. Andere Fasern strahlen von dieser Commissur quer in das Grenzgebiet beider Hörner und entziehen sich hier, z. Th. auch im Vorderhorne selbst, der weiteren Verfolgung ganz und gar.

Die bisher gegebene Beschreibung galt vorzüglich von der Hals- und Lendenanschwellung, freilich den wichtigsten Theilen des Markes, und müssen daher hier noch einige abweichende Verhältnisse anderer Gegenden zur Sprache kommen. Am Rückentheile des Markes und bis in die beiden Anschwellungen hinein erzeugt die Anwesenheit des *Stilling*'schen Kernes der Hinterhörner einige nicht unwichtige Abänderungen. Hier nämlich geht die innere Fasergruppe der hintern Wurzeln nach ihrem Austritte aus den Hintersträngen einem guten Theile nach von hinten und aussen her bogenförmig in die genannte Zellenmasse ein, löst sich in derselben in einzelne Fasern und kleinste Bündeln auf und ist dann nicht weiter zu verfolgen. Da-

für kommt von vorn und innen aus derselben Zellenmasse ein anderer Faserzug, der dann, quer nach aussen sich wendend, pinselförmig zerfährt und in dem mittleren Theile der Seitenstränge sowohl im Bereiche der vordern als auch der hinteren Hörner sich verliert. Die ganze Lagerung dieser beiden Fasergruppen ist der Art, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass ihre Elemente mit den Zellen des *Stilling*'schen Kernes zusammenhängen, resp. da enden und entspringen.



Fig. 164.

Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufes durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis 0,008''', in der *Substantia gelatinosa* nie über 0,004''', in der *Substantia grisea* 0,001—0,003''', in den Commissuren nur 0,0008—0,0012''', in den Hinter- und Seitensträngen wieder 0,0012—0,004'''. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. beim Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz, unmittelbar zu beobachten.

Ausser diesen mit den motorischen und sensiblen Wurzeln zusammenhängenden Fasern sieht man sowohl in der grauen Substanz als auch in der *Substantia gelatinosa* ziemlich viele feinere Nervenröhren bis zu 0,0008''' herab, die sich nicht mit Bestimmtheit auf die der Wurzeln zurückführen lassen; doch darf vielleicht auch von diesen als nicht unwahrscheinlich angenommen werden, dass sie doch Abzweigungen derselben sind, wie diess auch in der That *Stilling* von denen der *Subst. gelatinosa* annimmt.

Den Centralkanal finde ich beim Erwachsenen, besonders im Halstheile, manchmal verwachsen, worin mir auch *Clarke* und *Goll* beistimmen, und ist *Stilling's* entschiedene Behauptung, dass diess nur an minder gut erhärteten Präparaten oder sonst durch Zufall vorkomme, sicherlich nicht gerechtfertigt, indem in den Fällen, wo derselbe verwachsen ist, seine Stelle durch eine reichliche Zellenwucherung bezeichnet wird, unter denen besonders die von mir beschriebenen mehrkernigen Formen sich finden. Ebenso gut, als gewisse Theile der Hirnhöhlen (*Ventr. septi pellucidi*, Hinterhorn, *Strambio's* 6. Ventrikel) in verschiedenen Graden der Rückbildung bis zur gänzlichen Verwachsung gefunden werden, ist etwas der Art auch beim fraglichen Kanale möglich, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass derselbe nicht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle offen gefunden werde. Der Centralkanal hat bei 0,01—0,1''' Weite eine rundlich bandartige oder dreieckige Gestalt und ein cylindrisches flimmerndes Epithel von etwa 0,01''' Breite. Er liegt mitten in dem centralen grauen Kerne, *Stilling's Subst. gela-*

Fig. 164. Querschnitt aus dem obern Theile der Lendenanschwellung des Markes eines Kindes, etwa $7\frac{1}{2}$mal vergr. *a*. Vordere, *b*. hintere Wurzel, *c*. Centralkanal, *d*. vordere, *e*. hintere Commissur, *f*. *Subst. gelatinosa*, *g*. Fasern aus den Hinterhörnern, die z. Th. sicher von den hintern Wurzeln abstammen zum *Stilling*'schen Kern *i*, *h*. Querschnitte der longitudinalen Fasern von der *Subst. gelatinosa*, *k*. Fasern aus dem *Stilling*'schen Kerne in die Seitenstränge, *l*. *m*. Zellengruppen der Vorderhörner, *n*. Venen.

tinosa centralis, den ich früher für graue Substanz hielt, nun aber mit *Virchow* zum Ependym zähle und den Verdickungen des Ependyms der Hirnhöhlen gleichsetze. Dieser Kern (Fig. 165) — der in der Lendenanschwellung am stärksten ist und an erhärteten Präparaten auf Querschnitten bald ziemlich scharf begrenzt von birn-, schild- oder herzförmiger Gestalt erscheint, bald unmerklich in der benachbarten grauen Substanz sich verliert, was nach *Stilling* die Regel ist — besteht ganz und gar aus Bindesubstanz, über welche der folgende § nachzusehen ist.



Fig. 165.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch Inhalt hat, als Fortsetzung des Ependymfadens des Markes, eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 0,005—0,006''' grossen, kernhaltigen, blassen Zellen besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. Der Centralkanal öffnet sich nach *Stilling* am Ende des *Conus medullaris* beim Menschen in die hintere Längsspalte, bei den höhern Wirbelthieren in die vordere. An dieser Stelle, die gewöhnlich schon als Anfang des *Filum* bezeichnet wird, ist der *Conus medullaris* in einer Länge von etwa $^1/_4$'' gespalten, doch tritt unter derselben der Kanal von Neuem auf, indem die untersten Schichten des Markes wieder einen geschlossenen Ring bilden, um dann gegen die Mitte des *Filum* hin blind zu enden (*Stilling*), während dessen Umgebung schon vorher schwindet, so dass der untere Theil des *Filum* beim Menschen keinen Theil mehr enthält, der als Fortsetzung des Rückenmarkes selbst anzusehen wäre und nur aus einem Bindegewebsstrange, der Verlängerung der *Pia mater*, dem Ende der *Art. spinalis anterior* und Venen besteht. Ausserdem ist zu erwähnen, dass das *Filum terminale* in seiner Umhüllung von der *Pia mater* auch Nerven enthält (Mikr. Anat. II. 1), welche neulich auch *Luschka* gesehen hat (Steissdrüse S. 81). Bei Thieren finden sich im Ganzen wohl ähnliche Verhältnisse, nur geht der *Canalis spinalis*, wie es scheint, überall bis ans Ende des *Filum*.

Nachdem im Jahre 1850 durch die Untersuchungen von *Clarke* und mir die Bahn für die Erforschung des histiologischen Baues der Centraltheile des Nervensystems geöffnet worden war, folgten in kurzen Zwischenräumen eine Reihe wichtiger Arbeiten über das Rückenmark, unter denen vor Allem die von *Bidder* und seinen Schülern, von *Stilling* und *Schröder v. d. Kolk*, dann die neuern Untersuchungen von *Clarke* und die von *Goll* hervorragen. Nichts destoweniger ist zur Stunde nach vielen Seiten noch keine Uebereinstimmung, weder in der anatomischen Auffassung der Elementartheile, geschweige denn in der Deutung des Zusammenhanges derselben hergestellt.

Den Faserverlauf im Rückenmarke anlangend, so gibt das oben Mitgetheilte eine Erweiterung und Ergänzung dessen, was ich früher in dieser Beziehung ausgesagt. Auch

Fig. 165. Querschnitt des mittleren Theiles des menschlichen Rückenmarks aus der Lendengegend. *a.* Vorderhörner, *b.* Hinterhörner, *c.* weisse Commissur, *d.* vorderer Theil der grauen Commissur, *e.* hinterer Theil derselben, *f.* centraler Ependymfaden mit dem Centralkanal *g.* und seinem Epithel.

nach meinen neueren ausgedehnten und mit bester Sorgfalt angestellten Untersuchungen kann ich nicht anders als vieles festhalten, was ich früher angegeben hatte, wie namentlich, dass die *Commissura anterior* z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge ist und dass die Fasern derselben einem Theile nach in die Fasern der vordern Wurzeln sich fortsetzen, und freue ich mich zu sehen, dass *Stilling* in dieser Beziehung einem guten Theile nach mit mir einverstanden ist. Auf der andern Seite gebe ich nun auch *Stilling* und *Clarke* manches zu, was mir früher anders erschien oder nicht zu Gesicht gekommen war. Für weitere Einzelnheiten verweise ich vor Allem auf die Arbeiten von *Stilling*, *Clarke* und *Goll*, deren Untersuchungen über den Faserverlauf und die Anordnung der Elemente überhaupt ich fast nach allen Seiten als richtig anerkennen muss. Unbeschadet der Verdienste Anderer, wie *Schröder's v. d. Kolk*, *Schilling's* u. A., halte ich die Untersuchungen dieser drei Forscher und vor Allem die so ausführlichen Darstellungen *Stilling's* für das beste, was in diesem Gebiete geleistet worden ist. — Die Flimmerung im Rückenmarkskanale hat zuerst *Hannover* beim Salamander und bei Froschlarven gesehen (*Rech.* p. 27). Beim Menschen sah ich wohl zuerst eine Andeutung der Cilien (Handb. 2. Aufl. p. 299), worauf dann von *Stilling* ihr Dasein ausser Zweifel gesetzt wurde. Beim Frosche erkennt man die Flimmerung am *Filum terminale* ohne Präparation. — Den Centralkanal sahen *Clarke* und *J. Wagner* je in einem Falle doppelt.

§. 118.

Bindesubstanz des Rückenmarks und des centralen Nervensystems überhaupt. Eine der belangreichsten Fragen mit Bezug auf den feineren Bau des centralen Nervensystems ist die, ob ausser den entschieden nervösen Elementen, den Nervenzellen und Nervenfasern, auch noch andere Elemente in die Zusammensetzung desselben eingehen und welche Verbreitung denselben zukomme, indem nur bei einer richtigen Beantwortung dieser Frage eine Aussicht zur Erkenntniss des Zusammenhanges und genaueren Verhaltens der nervösen Theile sich eröffnet. Die Schwierigkeiten, die sich hier der Ermittlung der Wahrheit entgegenstellen, sind jedoch ungemein grosse, wie sich am besten daraus ergibt, dass bis jetzt noch nach keiner Seite eine Uebereinstimmung sich hat erzielen lassen und die Untersucher immer noch zwischen zwei ganz entgegengesetzten Ansichten hin und her schwanken, welche in *Stilling* und *Bidder* ihre Vertreter haben. Während nämlich *Stilling* fast alle im Rückenmarke vorkommenden Elemente bis zu den Epithelzellen des Centralkanales herab mehr weniger bestimmt als nervöse anspricht, schreibt der Letztere dem Bindegewebe einen ungemein grossen Antheil an der Zusammensetzung des Markes zu, so dass er selbst alle Zellen der hinteren grauen Hörner, die hintere graue Commissur und die *Substantia gelatinosa* mit Ausnahme der durchtretenden Wurzeln für aller nervösen Elemente baar erklärt. Was mich betrifft, so habe ich schon in der 3. Auflage dieses Werkes einen vermittelnden Standpunkt eingenommen, und sehe mich nun um so mehr veranlasst, an demselben festzuhalten, als ich in Folge erneuerter Untersuchungen über das Bindegewebe überhaupt und dasjenige des centralen Nervensystems insbesondere nun auch im Falle zu sein glaube, meine Auffassung klarer und überzeugender darzuthun, als diess bisher der Fall war.

1. Zum Einzelnen übergehend, schildere ich nun zuerst die Bindesubstanz des Markes und beginne mit der Bemerkung, dass nach dem, was ich bis jetzt ermittelt habe, hier — abgesehen von der *Pia mater* und ihrem Fort-

satze in der vordern Spalte und der *Adventitia* grösserer Gefässe — durchaus kein gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe sich findet, sondern nur einfache Bindesubstanz, die ganz und gar aus Netzen sternförmiger Bindesubstanzzellen (Bindegewebskörperchen, Saftzellen) oder aus einem Gerüste kernloser aus den Zellennetzen hervorgegangener vielfältig untereinander verbundener Fasern und Bälkchen besteht, wie sie im allgemeinen Theile (§. 25) als Bestandtheil der cytogenen Bindesubstanz beschrieben wurden. Diese Netze und Gerüste, die ich, wo sie für sich allein als Stützsubstanz anderer Gewebselemente vorkommen, mit dem Namen der netzförmigen Bindesubstanz bezeichne, finden sich im Rückenmarke in beiden Substanzen in einer solchen Entwickelung, dass sie einen sehr bedeutenden Theil der ganzen Masse des Organes ausmachen, mit andern Worten es bilden dieselben ein die ganze weisse und graue Substanz durchziehendes zartes Skelet, das ich das *Reticulum* des centralen Nervensystemes heissen will, welches in seinen zahlreichen Lücken die Zellen und Nervenröhren enthält und selbst wieder die Blutgefässe trägt. Das Genauere anlangend, so zeigt die weisse Substanz auf Querschnitten (Fig. 166), dass, wie schon *Bidder* beschreibt und abbildet, die Nervenröhren nirgends sich unmittelbar berühren, sondern allerwärts durch eine Zwischensubstanz von einander getrennt sind, welche, wenn man sich die Röhren wegdenkt oder wenn dieselben herausgefallen sind, als ein regelmässiges Netzwerk mit rundlichen Lücken erscheint. Wo Gefässe liegen, steht dieses *Reticulum* entweder mit der Oberfläche derselben in Verbindung oder geht von einer dieselben scheidenartig umhüllenden Art *Adventitia* aus, die selbst nichts als ein dichterer Theil des Netzwerkes ist und nur selten auch fibrilläres Binde-

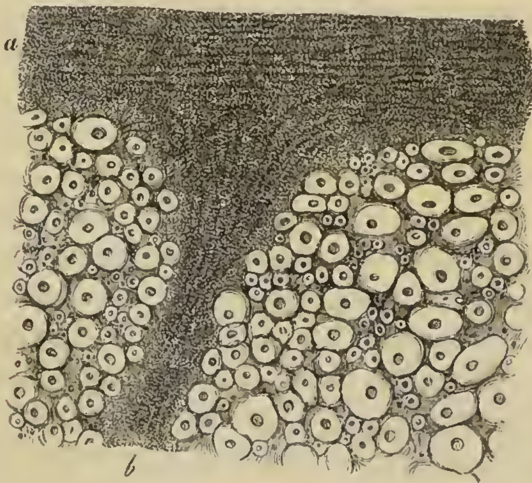


Fig. 166.

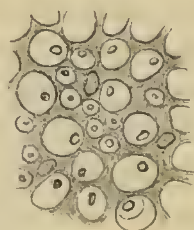


Fig. 167.

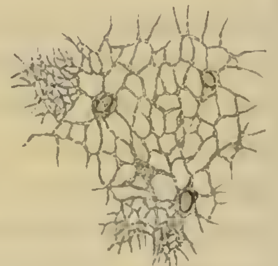


Fig. 168.

Fig. 166. Ein Theil des Querschnittes eines menschlichen Rückenmarkes aus der unteren Dorsalgegend und von der Oberfläche des Seitenstranges. *a*. Rindenschicht der weissen Substanz, deren Kerne nicht gezeichnet sind. *b*. Ein Fortsatz derselben in das Innere. Das übrige ist netzförmige Bindesubstanz *(Reticulum)*, in deren Lücken hier nur die Axencylinder der Nervenröhren sichtbar sind, von denen ausser stärkeren Fasern auch zahlreiche feinere vorhanden waren, die z. Th. nur wie in den Balken des *Reticulum* stecken. Vergr. Linse 7, Ocular 1 eines Hartnack; Carminpräparat.

Fig. 167. Ein Theil des *Reticulum* der weissen Substanz der Hinterstränge des menschlichen Markes, Vergr. 350. Es sind 3 Kerne im *Reticulum* sichtbar und in dessen Maschen die Axencylinder z. Th. mit Umhüllungen des blass gewordenen Nervenmarkes. Carminpräparat.

Fig. 168. Ein Theil des *Reticulum* der Bindesubstanzzellen aus den Hintersträngen des menschlichen Markes in der Längsansicht, Vergr. 350. An zwei Stellen sind die feinsten Netze des *Reticulum* dargestellt.

gewebe enthält. Nach innen hängt dieses Netzwerk mit einem ähnlichen Gerüste der grauen Substanz unmittelbar zusammen und nach aussen verdichtet sich dasselbe zu einer 0,01—0,02''' dicken, von *Bidder* zuerst genauer gewürdigten Rindenschicht der weissen Substanz (Fig. 166), die ihrerseits wiederum, jedoch nur locker, mit der *Pia mater* zusammenhängt. Ueber die genauere Natur des fraglichen Gerüstes geben Querschnitte wenig Aufschluss, immerhin ergibt sich so viel, dass dasselbe an vielen Knotenstellen rundliche Kerne von 0,002—0,003''' mittlerer Grösse enthält, so dass das Ganze häufig den Eindruck eines Netzes sternförmiger Zellen macht (Fig. 167), dagegen sieht man an Längsschnitten (Fig. 168), namentlich wenn man dieselben etwas zerfasert, aber auch sonst, wenn der Schnitt dünn ist, dass die Balken des fraglichen Gerüstes nur die Querschnitte dünner Blätter oder Scheidewände sind, welche röhrige Fächer für die Nervenfasern bilden und ihrerseits ganz und gar aus einem feinen und dichten Netzwerke bestehen, welches da und dort die erwähnten Kerne trägt. Für den, der mit den verschiedenen Formen der Bindesubstanzzellen nur etwas bekannt ist, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass es sich hier um Netze sternförmiger Zellen handelt, die jedoch das Eigenthümliche zeigen, dass ihre Ausläufer zahlreich verästelt sind und sowohl unter einander, als mit denen benachbarter Zellen auf's reichlichste zusammenhängen, so dass hautartige Bildungen entstehen, die in etwas an dichte elastische Netze erinnern. Es findet sich somit hier etwas Aehnliches wie in Sehnen (Siehe oben), nur dass die Zellenausläufer weniger hautartig und platt, sondern mehr faserartig sind.

Das ganze hier beschriebene Gerüste ist im frischen Rückenmarke sehr weich und nur in Bruchstücken zur Anschauung zu bringen, dagegen tritt dasselbe durch die verschiedenen Erhärtungsmittel sehr gut hervor, nur dass es durch Chromsäure und Alkohol offenbar eher etwas schrumpft und in nach *Clarke's* Verfahren erhaltenen Schnitten, mögen dieselben nun mit Carmin gefärbt sein oder nicht, etwas gequollen erscheint. Die letzteren Schnitte, vor Allem die gefärbten, an denen die Kerne des Gerüstes gefärbt, die Zellenausläufer meist ungefärbt sind und nur wo sie in Menge beisammenliegen, roth erscheinen, sind aus diesem Grunde zwar sehr geeignet, die genaueren Verhältnisse des Netzwerkes zu zeigen, dagegen erscheinen die Platten desselben offenbar dicker als sie wirklich sind und die Lücken zwischen denselben zu gross. Es entspricht somit nicht der ganze Raum einer solchen Lücke, die immer einen Axencylinder einschliesst (das Nervenmark ist an solchen Schnitten, wenn auch nicht ganz ausgezogen, doch sehr blass und nicht immer leicht zu erkennen), einer Nervenfaser, und lässt sich aus der Breite derselben kein Schluss auf die der Nervenfasern selbst ableiten. — An der Oberfläche des Markes in der hier befindlichen Rindenschicht, dann um die stärkeren Gefässe und auch sonst da und dort liegen die Zellennetze in mehrfachen Schichten über einander und bilden stärkere Platten. Am deutlichsten ist diess in der Rindenschicht des Markes, welche Lage auch dadurch die Aufmerksamkeit erregt, als sie den entschiedensten Beweis liefert, dass im centralen Nervensysteme graue weiche Belegmassen vorkommen, die keine Spur nervöser Elemente enthalten und einen wichtigen Anhaltspunkt in Betreff der Deutung der feinkörnigen kernhaltigen grauen Rinde des Gehirns abgibt. Am Rückenmarke besteht diese Rinde scheinbar auch aus fein-

körniger kernhaltiger Substanz, eine genaue Untersuchung ergibt jedoch entschieden, dass sie ganz und gar aus den dichtesten, zartesten Netzen von Bindesubstanzzellen besteht und mit den inneren Netzen der Marksubstanz untrennbar zusammenhängt. Noch bemerke ich, dass in der weissen Substanz selbst die Lücken der Fächer für die Nervenfasern keineswegs so gleichmässig sind, wie sie *Goll* zeichnet, vielmehr findet man an allen den Stellen der weissen Substanz, wo feinere Nervenröhren vorkommen, die Fächer des Gerüstes an vielen Orten sehr schmal und auch am erhärteten Organe nicht erweitert, so dass oft die rothen Axencylinder einfach in den Balken des Gerüstes zu stecken scheinen und keineswegs von den Ringen umgeben sind, welche *Goll* ohne Grund als ganz bezeichnend für die Querschnitte von Nervenfasern ansieht.

In der grauen Substanz verhält sich die Stützsubstanz oder das *Reticulum* im Wesentlichen ebenso wie in der weissen Substanz, nur bildet dieselbe hier, wie leicht begreiflich, kein regelmässiges Fächerwerk, sondern ein feines unregelmässiges Schwammgewebe und enthält viel mehr Kerne oder zeigt dieselben wenigstens viel deutlicher. An gröberen Schnitten schon unterscheidet man mit Leichtigkeit überall zwischen den Nervenzellen, deren Ausläufern und den Nervenfasern die besagten Kerne, dagegen erscheint die übrige Zwischensubstanz meist nur feinkörnig oder höchst undeutlich faserig. An feinen Schnitten guter Carminpräparate oder durch Zerzupfen solcher zeigt sich jedoch auch hier ein äusserst zartes und dichtes Netzwerk, das in erweiterten Stellen die Kerne einschliesst und führt eine sorgfältige Untersuchung zur Ueberzeugung, dass die Grundsubstanz überall aus zarten mit ihren Ausläufern dicht verflochtenen Bindesubstanzzellen besteht. Zu diesem *Reticulum* gehören nun auch die Elemente des centralen Ependymfadens, der ganz und gar aus sternförmigen Zellen besteht, welche durch fadenförmige Ausläufer unter einander und mit den benachbarten Theilen des *Reticulum* sich verbinden. Erwähnung verdient übrigens 1) dass die Zellen hier meist schöner und deutlicher sind als an andern Stellen des Markes, in einzelnen Fällen auch mehrfache Kerne enthalten — welche Beobachtung ich *Stilling* gegenüber aufrecht erhalten muss — und längere und minder verästelte Fortsätze besitzen als anderswo, welche so angeordnet sind, dass ringförmige und strahlenförmige Zeichnungen, sowie eine feinere Punktirung (durch längsverlaufende Elemente) des Ependymfadens entsteht, und 2) dass die Fortsätze der Zellen sowohl mit fadenförmigen Ausläufern der Epithelzellen des Centralkanales (*Stilling*, *Bidder*, *Kupffer*, *Clarke* u. A.) als auch, wie *Clarke* mit Recht angibt,


Fig. 169.

Fig. 169. Zellen aus dem grauen centralen Kerne des Markes vom Menschen, 350mal vergr.

mit der *Pia mater* im Grunde der vordern Spalte und dem *Reticulum* zwischen den beiden Hintersträngen sich verbinden.

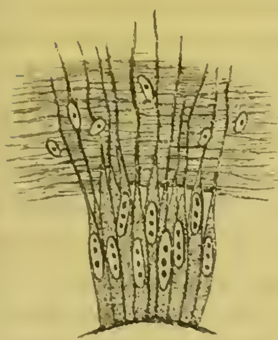
2. *Reticulum* oder Stützsubstanz des Gehirns. Während die Bindesubstanz des Markes schon vielfältig Gegenstand der Untersuchung war, hat man beim Gehirne noch kaum angefangen, auf dieselbe zu achten, und doch ist auch hier die Frage nach ihrem Vorkommen von äusserster Wichtigkeit. Nach meinen Erfahrungen findet sich ein *Reticulum* aus einfacher Bindesubstanz, d. h. aus Netzen von Bindesubstanzzellen wohl allerwärts auch im Gehirne, wenigstens habe ich dasselbe gefunden in der ganzen *Medulla oblongata* mit Inbegriff der grauen Substanz der Oliven, allerwärts im *Pons*, in der weissen und grauen Substanz der *Hemisphaeria cerebri*, im Balken, *Fornix* und Streifenhügel. An allen diesen Gegenden finden sich zwischen den nervösen Elementen die kleinen schon beim Marke beschriebenen Kerne, welche an erhärteten Stücken in erweiterten Stellen eines mehr minder dichten Netzwerkes enthalten sind, dessen Uebereinstimmung mit dem *Reticulum* des Markes keinem Zweifel unterstellt werden kann. In der weissen Substanz, vor Allem in der *Medulla oblongata* und im *Pons Varoli*, ist das Netz übrigens weitmaschiger und daher auch schöner als in der grauen Substanz, in welcher dasselbe, namentlich an der Oberfläche von *Cerebrum* und *Cerebellum*, eine solche Feinheit und Enge der Maschen zeigt, dass das Ganze nur mit starken Linsen und auch so nicht einmal ganz bestimmt als Netz zu erkennen ist und bei gewöhnlichen Vergrösserungen einfach feinkörnig erscheint. Wo die Nervenelemente spärlich sind oder selbst ganz fehlen, wie in gewissen Theilen der grauen Substanz des *Cerebrum*, fliessen, gleich wie an der Oberfläche des Markes, die Zellen des *Reticulum* so zusammen, dass scheinbar eine zusammenhängende feinkörnige Masse mit Kernen entsteht, in der vielleicht keine weiteren Lücken als die für die Blutgefässe oder dann nur verschwindend kleine, nicht mehr mit Bestimmtheit als solche wahrnehmbare Zwischenräume sich finden. — Bemerkenswerth ist ferner noch, dass im Gehirne an bestimmten Stellen, wie in der rostfarbenen Schicht der Windungen des kleinen Hirns und im Ammonshorne (ich, *Kupffer*) das *Reticulum* durch die ungemeine Menge der in dasselbe eingeschlossenen Kerne sich auszeichnet, was selbst im Ependymfaden des Markes, ausser wenn der Centralkanal verwachsen ist, nirgends in der Weise vorkömmt.

Die Bindesubstanz des centralen Nervensystems wurde, wie besonders *Bidder* und *Kupffer* betont haben, schon im Anfange dieses Jahrhunderts von *Keuffel* aus dem Marke beschrieben und zwar in einer, verglichen mit dem damaligen Stande der Dinge, auffallend richtigen Weise (*Reil's* Arch. X. 1811). Die spätern Schriftsteller würdigten jedoch diese Angaben nicht in entsprechender Weise und so kam es, dass beim Auftauchen der neuen Epoche der Gewebelehre nach *Schwann* das Vorkommen eines fremdartigen Gewebes im centralen Nervensysteme dem Bewusstsein der Forscher ganz entrückt war. Erst im Jahre 1846 beschrieb *Virchow* die Unterlage des Epithels der Hirnhöhlen als streifige bindegewebeartige Schicht (Zeitschr. f. Psychiatrie 1846. Heft II) und 1853 stellte derselbe Forscher den Satz auf, dass eine weiche, der Bindesubstanz im Grossen zugehörende Grundmasse überall die Nervenelemente der Centren durchsetze und zusammenhalte, und dass das *Ependyma* nur der an der Oberfläche über die Nervenelemente frei hervortretende Theil davon sei. Da jedoch dieser Ausspruch offenbar nicht auf Beobachtungen sich stützte, indem *Virchow* keinerlei Beschreibung der fraglichen Grundmasse, die er später als Nervenkitt, *Neuroglia*, bezeichnete (Gesammelte Abhandlungen S. 890), gab, so fand derselbe auch keine weitere Beachtung

und waren es erst *Bidder* und seine Schüler *Owsjannikow*, *Kupffer* und *Metzler*, die vom Jahre 1854 an die Lehre von dem Vorkommen von Bindesubstanz in den Centralorganen des Nervensystems neu begründeten. Von diesen Beobachtern wurde im Rückenmarke von Wirbelthieren aller Abtheilungen eine reichliche Bindesubstanz beschrieben, welche sowohl die weissen Stränge durchziehe, als auch und vor Allem in der grauen Substanz in reichlichster Menge sich finde. So soll nach *Owsjannikow* im Marke von Fischen und nach *Kupffer* in dem des Frosches die graue Substanz ausser den grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner nur Bindesubstanz enthalten. Im Marke von Säugern rechnen *Bidder* und *Kupffer* alle Zellen der Hinterhörner, die ganze graue Commissur und alle Elemente der *Substantia gelatinosa* zum Bindegewebe und finden ausserdem noch durch die ganze übrige graue Substanz und die weissen Stränge in reichlichster Menge Bindesubstanz, so dass somit diesem Gewebe ein nie geahnter Antheil an der Zusammensetzung des so wichtigen Organes zukäme. — So gut nun auch diese Angaben von gewissen Seiten aufgenommen wurden, so fanden dieselben doch bald in *Stilling* einen sehr entschiedenen Gegner, indem derselbe fast alle im Rückenmark vorkommenden Elemente, Zellen wie Fasern, ja selbst die Epithelzellen des Centralkanals als nervöse Bildungen ansprach, und beginnt von dieser Zeit an ein Streit über die Bedeutung der Elemente des Markes, der der richtigen Erkenntniss der Verhältnisse desselben den grössten Eintrag that, schliesslich aber doch die Wahrheit fördern half. Was mich betrifft, so bin ich in dieser Angelegenheit von Anfang an eher auf *Bidder's* Seite gewesen, indem ich schon im Jahre 1855 (Gewebel. 2. Aufl.) durch die ganze graue Substanz des Markes des Menschen sternförmige Bindegewebskörperchen beschrieb und in der 3. Aufl. S. 291 solche auch in den weissen Strängen nachwies; nichtsdestoweniger konnte ich nicht umhin, gewissen Ausschreitungen der Dorpater Beobachter entgegen zu treten. So zeigte ich mit *Stilling* contra *Owsjannikow*, dass das Rückenmark der Fische in der grauen Substanz nicht nur Bindegewebe, sondern auch zahlreiche dunkelrandige Nervenröhren enthält, ferner wiesen wir entgegen *Bidder* und *Kupffer* nach, dass die grosse Mehrzahl der vermeintlichen Bindegewebszüge der grauen Substanz des Froschmarkes wahre Nervenröhren sind und dass auch das *Filum terminale* des Frosches, welches als rein bindegewebiger Natur besonders betont worden war, gerade umgekehrt durch den Reichthum an Nervenfasern sich auszeichnet. Eben so musste ich mich dafür erklären, dass die Hinterhörner des menschlichen Markes ächte Nervenzellen und die graue Commissur wirkliche Nervenfasern enthält. War ich so in allen diesen Beziehungen mit *Stilling* einverstanden, so konnte ich dagegen unmöglich der Ansicht desselben mich anschliessen, dass das Epithel des Centralkanals und die Elemente des centralen Ependymfadens nervöser Natur seien und bekannte ich mich in dieser Beziehung zur Auffassung von *Bidder*, als dessen grosses Verdienst ich es betrachte, dass er die Aufmerksamkeit auf die nicht nervösen Elemente des Markes gelenkt hat. *Bidder's* Beschreibung auch der ächten Bindesubstanz des Markes ist übrigens etwas unbestimmt und glaube ich durch meine neuesten, in diesem §. mitgetheilten Untersuchungen diese Angelegenheit so ziemlich dem Abschlusse zugeführt zu haben, wobei mir das zu Gute kam, dass ich von meinen Beobachtungen über das Bindegewebe her auf die grosse Verbreitung einer Stützsubstanz in Gestalt von Netzen reiner Bindesubstanzzellen aufmerksam geworden war. — Noch bemerke ich, dass von neuern Beobachtern namentlich *Clarke* und *Goll* das Vorkommen von Bindesubstanz im menschlichen Marke anerkennen, ohne dieselbe genauer zu beschreiben. — In Betreff der Bindesubstanz im Marke niederer Wirbelthiere vergleiche man noch die Arbeiten von *Mauthner*, *Reissner*, *Traugott* und *Stieda*.

Von den Epithelzellen des Centralkanales bemerke ich noch Folgendes. Schon *Hannover* sah im Jahre 1844 die Epithelzellen der Hirnventrikel des Frosches an ihrem äussern Ende in feine Fasern sich fortsetzen, die er für Nervenfasern erklärt (*Rech. micr. p.* 20), und *Stilling* machte ähnliche Beobachtungen für die Epithelzellen des Frosches. Diese Fortsätze, die sicher nicht nervös sind, haben in neuerer Zeit so viele Beobachter gesehen, wie *Kupffer* und *Bidder* beim Frosche, *Gerlach* im *Aquaeductus Sylvii* des Menschen, *Mauthner* beim Hechte, *Clarke* beim Ochsen (*Phil. Trans.* 1859. *I. p.* 455) und *Traugott* beim Frosche, denen ich eigene Erfahrungen beim Menschen anreihen kann, dass ihr Vorkommen unmöglich bezweifelt werden kann. Ebenso sicher ist aber auch der Zusammenhang dieser Fortsätze mit dem *Reticulum* der grauen

Substanz, für das von neuern Forschern besonders *Gerlach, Mauthner, Clarke* und *Traugott* einstehen. Beim Menschen finde ich die Verhältnisse ganz so, wie sie *Clarke* vom Ochsen beschreibt (*Phil. Trans.* 1859. *Taf. XXII. Fig.* 53) und sehe ich hier namentlich auch die mit mehrfachen *Nucleolis* versehenen Kerne in den Epithelzellen in verschiedenen Höhen der Epithelschicht und zwei etwas verschiedene Formen der Zellen, je nach der Lage des Kernes (s. Fig. 170).


Fig. 170.

Die graue Rindenschicht des Markes war bei Thieren schon *Al. Monro* bekannt und wurde später von *Burdach* bestätigt. *Remak* gelang es nicht, dieselbe mit Bestimmtheit zu finden (*Observ. anat.* 1838. *p.* 81) und waren *Bidder* und *Kupffer* die Ersten, die diese Lage mit dem Mikroskope nachwiesen, ohne sie genauer zu beschreiben (Text. d. Rückenmarkes S. 35 u. 36). Ausserdem erwähnen meines Wissens nur *Clarke* und *Goll* diese Lage (l. c. S. 8), wogegen *Stilling* dieselbe mit der *Pia mater* verwechselt (Neue Unters. S. 1182). Meinen Erfahrungen zufolge haben *Bidder* und *Kupffer* vollkommen Recht und kann ich noch beifügen, dass eine solche Rindenschicht aus Bindesubstanz auch an den weissen Oberflächen des Gehirns sich findet, wenigstens sah ich dieselbe ganz bestimmt an der *Medulla oblongata* und am *Pons.*

Während über die Bindesubstanz des Markes eine Menge Beobachtungen vorliegen, ist die Frage nach dem Vorkommen eines solchen Gewebes im Gehirne noch kaum in Angriff genommen. *Virchow's* kurze oben erwähnte Andeutungen abgerechnet, findet sich hier wohl zum ersten Male die Bindesubstanz der weissen Hirnsubstanz genauer beschrieben, nachdem durch mich schon im Jahre 1850 auf das Vorkommen von scheinbar freien Kernen in den weissen Bündeln des Streifenhügels und im Balken aufmerksam gemacht worden war (Mikr. Anat. II. 1. S. 470 u. 479), was dann später *Gerlach* für die äussersten Lagen der weissen Substanz des *Cerebellum* und *R. Berlin* für dieselbe Gegend am grossen Hirn bestätigte. In Betreff dieses *Reticulum* der weissen Substanz des Gehirns bemerke ich nun nachträglich noch, dass dasselbe bei neugebornen Kindern sehr leicht zur Anschauung gebracht werden kann, nur schwer dagegen und nur durch die Verfahrungsweisen, die die markhaltigen Nervenröhren erblassen machen beim Erwachsenen, bei dem namentlich auch Färbung mit *Carmin* zu empfehlen ist. Was die graue Substanz anlangt, so liegen hier schon mehr Angaben vor. *Henle* hatte seiner Zeit die feinkörnige Masse mit Kernen, die in allen Ansammlungen grauer Substanz des Hirns sich findet, für nervös und gewissermaassen als zusammengeflossene oder nicht gesonderte Ganglienzellenmasse erklärt und ist diess die Ansicht, die jetzt noch in dieser oder jener Auffassung wohl am meisten Vertreter hat. Auf der andern Seite sprach, wie oben erwähnt, *Virchow* die Ansicht aus (l. s. c. und Cellularpathologie 1. Aufl. S. 250 u. 252), dass dieselbe eine Art Bindesubstanz sei. Dieser Auffassung stimmte ich in der 3. Aufl. dieses Werkes bei (S. 317) und erklärte ausserdem auch die Körner der Rinde des Kleinhirns für ein indifferentes *Stroma* nicht nervöser Natur, im Widerspruche mit *Gerlach*, der Verbindungen derselben mit Nervenfasern und Nervenzellen gesehen zu haben glaubte. In neuester Zeit sind nun in dieser Angelegenheit noch mehrere gewichtige Stimmen laut geworden. *R. Wagner*, *Berlin* und *Stephany* fassen alle die fraglichen Theile der grauen Substanz als nervös auf, deuten jedoch die Verhältnisse in verschiedener Weise. *R. Wagner* erklärt die graue Substanz, welche die Windungen des kleinen Gehirns bedeckt und eine ziemlich homogene, feinkörnige, mit zerstreuten Kernen versehene Schicht bildet, für eine Ausbreitung reiner Nervensubstanz, welche sich bis zwischen die Körner der rostfarbenen Schicht erstrecke und als eine zusammengeflossene Ganglienmasse betrachtet werden könne. Aus dieser »centralen Deckplatte« sollen die grossen flaschenförmigen Nervenzellen mit feinen Wurzeln entspringen, die sich unmittelbar aus der moleculären Masse

Fig. 170. Einige Epithelzellen des *Canalis centralis* des Menschen, 400mal vergr. Die Flimmern sind nicht erhalten, wohl aber die fadenförmigen Fortsätze der Zellen, an denen jedoch keine Enden sichtbar sind. Aussen an den Zellenkörpern sieht man die Fäserchen der hintern grauen Commissur mit Kernen (Bindesubstanz) und eine spindelförmige Zelle, die einen Fortsatz gegen das Epithel hinsendet.

zusammensetzen, gerade so wie die Axencylinder der elektrischen Nerven durch feinste Vertheilung in die elektrische Platte übergehen. *R. Berlin*, der nur die Windungen des *Cerebrum* untersuchte, die nach *Wagner* wie die des *Cerebellum* sich verhalten, fand hier die Kerne in ähnlichen Beziehungen zu Nervenfasern und Zellen, wie sie *Gerlach* vom kleinen Gehirne beschreibt, spricht sich dagegen über die moleculäre Lage nicht aus. *Stephany* endlich beschreibt aus der Rinde des grossen Hirns überall, wo bisher eine feinkörnige Substanz angenommen wurde, ein dichtes Netzwerk feiner Fäden, das durch Carmin sich nicht färbe, als »terminales Netz der Hirnrinde«, mit welchem sowohl die Ausläufer der Nervenzellen, als die Nervenfasern sich verbinden, und in welches freie Kerne und runde Zellen eingebettet seien, deren Natur zweifelhaft gelassen wird. — Diesen Beobachtern gegenüber behauptet *Max Schultze* in einer beiläufigen Mittheilung (*Obs. de retinae str. p.* 10), dass die feinkörnige Substanz der Rinde des Gehirnes nur Bindesubstanz sei, wie es scheint vorzüglich gestützt auf den von ihm gegebenen Nachweis, dass die entsprechende Lage der *Retina* aus einem äusserst zarten Netzwerke bestehe, das mit den nervösen Elementen nicht zusammenhängt. *Stephany's* spätere Beobachtungen würden demnach wohl vielleicht mit Bezug auf das Netzwerk richtig sein, das übrigens *Schultze* von der *Retina* viel feiner zeichnet, nicht aber in Betreff der Deutung desselben. Endlich habe ich noch eine eben erhaltene Arbeit von *Uffelmann* zu erwähnen, der (l. i. c.), wie schon *Henle* in seinen Jahresberichten (1859. p. 37, 1860. p. 55), solche Netze als Kunsterzeugnisse betrachtet und in der Deutung der feinkörnigen Substanz mit ihren Kernen bei *Henle's* oben erwähnter Auffassung stehen bleibt, sie mithin für nervös hält.

Dass ich selbst in Betreff der Deutung der grauen Substanz der Hirnrinde im Wesentlichen mit *Virchow* übereinstimme, habe ich oben schon erwähnt und füge ich hier noch Folgendes bei. Die Ermittlung des eigentlichen Baues der fraglichen feinkörnigen Substanz ist gewiss eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie und wird es vielleicht noch lange dauern, bis es gelingt, in dieser Beziehung eine allgemeine Uebereinstimmung zu erzielen. Für ganz sicher halte ich in Uebereinstimmung mit *Henle* und *Uffelmann*, dass keine Netze vorkommen, die bei 300maliger Vergrösserung so erscheinen, wie sie *Stephany* abbildet, vielmehr waren die Netze, die ich hier gesehen zu haben glaube, nur bei den besten Vergrösserungen (No. 10 von Hartnack) sichtbar und liessen keine andere Vergleichung zu als mit den Endnetzen im elektrischen Organe von *Torpedo* und mit den Retinanetzen von *Schultze*. Am deutlichsten sah ich dieselben an mit verdünnter Chromsäure behandelten Präparaten, weniger oder gar nicht an mehr erhärteten, dann an in Alkohol erhärteten Gehirnen von Kindern. Deutlicher waren dieselben ferner in den innern Theilen der grauen Rinde des *Cerebrum*, wo noch viele Nervenfasern vorkommen, als in den äussern Lagen, wo oft nichts als feinkörnige Masse zu sehen war. Nehme ich dazu, dass das *Reticulum* von Bindesubstanz in der weissen Substanz von *Cerebrum* und *Cerebellum*, das keinem Zweifel unterliegt, an beiden Orten entschieden mit dem der grauen Substanz zusammenhängt, so kann ich nicht anstehen, auch für diese die nicht nervöse Natur zu behaupten, obschon ich zugebe, dass die Stützsubstanz hier etwas anders sich verhält. Uebrigens ist es für die Auffassung des *Reticulum* ganz gleichgültig, ob die Zellen desselben lockerere oder dichtere Netze bilden oder selbst nahezu ganz verschmolzen sind und ist die Hauptsache die, zu wissen, dass dieselben untergeordnete Stützsubstanz sind. Und für diese Auffassung stehe ich nach sorgfältiger Erforschung der Bindesubstanz des ganzen centralen Nervensystems ein, und möchte nur noch für diejenigen, die in hergebrachter Weise gewohnt sind, bei Bindegewebskörperchen an festere Gebilde und elastische Fasern zu denken, bemerken, dass viele Bindesubstanzzellen zu den zartesten und vergänglichsten Bildungen gehören, die nur vorkommen und ein sehr weiches eiweissreiches Cytoplasma führen, wie am schlagendsten die Untersuchung der Bindesubstanzzellen von Embryonen lehrt. Es spricht daher nicht im Geringsten gegen die Auffassung von *Schultze* und mir, wenn die fragliche feinkörnige Substanz und das Reticulum des centralen Nervensystems überhaupt als sehr weich und reich an Eiweisskörpern gefunden wird.

Nur kurz deute ich noch an, dass das Reticulum des Gehirns und Markes gewiss auch für den Pathologen von grosser Bedeutung ist und dass eine weitere Verfolgung seiner Entartungen in der von *Virchow* auch hier schon angebahnten Richtung

jetzt, wo auch der Bau desselben genauer bekannt ist, sicherlich zu wichtigen Ergebnissen führen wird. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse möchte ich nun namentlich noch auf einen Punkt aufmerksam machen. Wenn ich die Stützsubstanz des centralen Nervensystems als ein dichtes Zellennetz beschrieben habe, so wollte ich damit nicht die gänzliche Abwesenheit einer formlosen Zwischensubstanz behaupten, vielmehr bin ich für mich überzeugt, dass eine solche auch, bei einem gesunden Gehirne und Marke jedoch gewiss nur in sehr geringer Menge, sich findet. In krankhaften Fällen scheint jedoch diese Zwischensubstanz an Menge zuzunehmen und selbst faserig zu werden, wie man diess am besten am *Ependyma ventriculorum* sieht, das meist sehr zellenarm und mehr weniger deutlich faserig ist. Aehnliches gilt vielleicht auch vom Ependymfaden des Markes und einem Theile seiner Fasern, wo dieselben mehr ausgebildet sind, und mag pathologisch auch in weisser und grauer Substanz sich finden, worüber mir weitere Erfahrungen abgehen. Da Netze von Bindesubstanzzellen auch an andern Orten bald mit viel, bald mit wenig Zwischensubstanz sich finden, so würde das *Reticulum* des centralen Nervensystems, wenn dasselbe wirklich sich so verhält, wie ich eben andeutete, ganz mit denselben übereinstimmen. Selbst wenn im Gehirne je ächtes fibrilläres Bindegewebe auftreten sollte, so wäre diess nur im Einklange mit dem, was wir von andern Orten her wissen.

§. 119.

Muthmaasslicher Zusammenhang der Elemente des Rückenmarks. — Je weiter der verwickelte Bau des Rückenmarks des Menschen vor unsern Augen sich aufthut, um so mehr häufen sich die Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, wie die Elemente desselben unter einander verbunden sind. Ja wie die Sachen jetzt liegen, wo noch keine der Hauptfragen, nach den bindegewebigen und nervösen Elementen, den Beziehungen der Ganglienzellen unter einander und zu den Nervenfasern, dem cerebralen und spinalen Ursprunge der Nerven, endgültig sich hat beantworten lassen, muss es mehr als gewagt erscheinen, für die eine oder andere Auffassung sich auszusprechen. — Mag auch für die Physiologie die Aufhellung des Baues eines so wichtigen Theiles des Nervensystemes eine noch so grosse Bedeutung haben, so ist ihr doch mit der Aufstellung von nicht hinreichend gesicherten Hypothesen nicht gedient und sehe ich mich aus diesem Grunde veranlasst, einen jeden bestimmten Ausspruch nach dieser Richtung zu vermeiden und für einmal mich auf den ganz allgemein gefassten Satz zu beschränken, dass die Rückenmarksnerven wahrscheinlich z. Th. im Marke selbst und z. Th. im Gehirne entspringen, so wie, dass die Nervenzellen theils als Ursprungsstellen von Fasern, theils als Verbindungsmittel solcher und verschiedener Gegenden des Markes von Bedeutung sind.

Es gab eine Zeit, wo auch ich dem Glauben mich hingab, es lasse sich eine einigermaassen auf Thatsachen begründete Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Marke aufstellen, je mehr jedoch meine Einsicht in die feinere Anatomie dieses Organes stieg, um so mehr bildete sich in mir die Ueberzeugung aus, dass es noch nicht an der Zeit sei, in dieser Beziehung irgendwie bestimmt vorzugehen. Dagegen halte ich es für die Pflicht eines Jeden, der in dieser Angelegenheit öffentlich auftritt, eine möglichst unbefangene aber auch ganz entschiedene Kritik zu üben und will ich daher nun noch die Fragen, die vor Allem sich aufdrängen, in Kürze besprechen.

1. Verhältniss der Zahl der Nervenfasern im obern Halstheile des Markes zu denen der peripherischen Nerven. — Es ist eine für die Lehre vom Ursprunge der Nervenfasern bedeutungsvolle Sache, zu wissen, ob der oberste Halstheil des Rückenmarkes in seiner weissen Substanz ebenso viele Nervenfasern ent-

hält als die peripherischen Nerven zusammengenommen, oder nicht, indem im erstern Falle der cerebrale Ursprung aller spinalen Nerven wenigstens möglich ist, im letztern Falle dagegen nicht leicht angenommen werden kann. Nachdem *Volkmann* für das Letztere sich ausgesprochen hatte, wurde bekanntlich von mir, gestützt auf Messungen des Markes und der Nervenwurzeln der Salz aufgestellt, dass das Halsmark Nervenröhren genug enthalle, um die Hypothese vom cerebralen Ursprunge der Hirnnerven als nicht von vorn herein unbegründet erscheinen zu lassen. Zugleich zeigte ich auch, dass die weisse Substanz des Marks von unten nach oben zunimmt, und dass die Anschwellungen vorzüglich auf Rechnung einer Zunahme der grauen Substanz kommen. Dieser letzte Satz ist nun auch von den neuern Forschern, *Schilling*, *Stilling*, *Bratsch* und *Ranchner* im Wesentlichen zugegeben worden, nur heben dieselben noch besonders hervor, dass an den Anschwellungen die Masse der weissen Substanz grösser sei als an den nahe über ihnen gelegenen Stellen, was sich jedoch von selbst versteht, wenn man bedenkt, dass an diesen Anschwellungen die weissen Stränge durch die durch sie hindurchtretenden mächtigen Wurzeln der Arm- und Beinnerven eine vorübergehende Zunahme erleiden. Dagegen haben *Bratsch* und *Ranchner* und besonders *Stilling* im Gegensatze zu mir die Behauptung aufgestellt, dass das Halsmark viel weniger Nervenfasern enthalte als die peripherischen Nerven. *Stilling*, dessen ausführlichen Untersuchungen ich hier allein berücksichtigen kann, stimmt mit Bezug auf den Flächeninhalt der weissen Substanz des Halsmarkes und der Nervenwurzeln im Wesentlichen mit mir überein, ist jedoch dadurch zu einem ganz andern Endresultate gekommen, dass er die Nervenröhren der weissen Substanz des Markes viel stärker ansetzt als ich (in allen Strängen 0,006—0,007‴ im Mittel; nach mir 0,002—0,003‴ in den Hinter- und Seitensträngen, 0,003‴ im Mittel in den Vordersträngen), wobei dann natürlich die Zahl derselben viel zu gering ausfällt, als dass sie alle Röhren der Spinalnerven decken könnten. Ausserdem hat *Stilling* auch noch die Zahl der Nervenröhren in gleich grossen kleinen Flächen an beiden Orten bestimmt und hierbei Resultate erhalten, die ebenfalls seinen Satz unterstützen, indem die Zahl der Röhren im Halsmarke zu derjenigen der Fasern der Wurzeln sich verhielt wie 1:2. Mit Bezug auf diese letztern Angaben erlaube ich mir vorläufig kein Urtheil, um so weniger, als *Stilling* nicht angegeben hat, auf wie viele Zählungen er dieselben gründet, was dagegen die Durchmesser der longitudinalen Fasern der weissen Stränge des menschlichen Markes betrifft, so haben mir auch erneuerte Messungen wesentlich dasselbe ergeben, wie die früheren, mit dem einzigen Unterschiede, dass ich nun allerdings von dem Vorkommen auch stärkerer Röhren bis zu 0,006 und 0,007‴ in den weissen Strängen mich überzeugt habe, während ich früher die Endgrösse nach dieser Seite auf 0,0048‴ angegeben hatte. Es sind jedoch diese stärkeren Röhren gegen die feineren so zurücktretend, dass ich im Ganzen bei meinen Zahlen stehen bleiben und *Stilling's* Angaben, wornach hier überall breite Röhren von 0,006 — 0,007‴ im Mittel sich finden sollen, für entschieden unrichtig erklären muss, ebenso wie seine Behauptungen, dass in den hintern Wurzeln keine ganz feinen Röhren von 0,0012 — 0,002‴ sich finden. Ich will übrigens hier nicht weiter untersuchen, wie *Stilling* zu diesen seinen Aufstellungen gekommen ist, ob er gequollene oder anderweitig veränderte Röhren vor sich hatte (ich bemerke hier, dass *Stilling* nicht Recht hat, wenn er ganz im Allgemeinen angibt, dass Chromsäure die Nervenelemente nicht verändere, es kommt hier wie in allen solchen Fällen Alles auf die Stärke der Lösung an), und zwar besonders aus dem Grunde, weil ich dieser ganzen Untersuchungsreihe nicht mehr denselben Werth beimessen kann wie früher. Es bleibt nämlich, selbst wenn *Stilling* Recht hätte, dass die Spinalnerven mehr als doppelt so viel Nervenfasern enthallen als das Halsmark, für die Vertheidiger des cerebralen Ursprunges der Hirnnerven immer noch der Ausweg, dass möglicher Weise die Nervenfasern im Marke sich theilen, um so mehr, da solche Theilungen von mir und *Hessling* gesehen sind. — In neuester Zeit hat auch *Goll* die Fasern der Stränge gemessen und hierbei Endzahlen erhalten, die die *Stilling*'schen noch übertreffen, jedoch meiner Meinung nach von keinem Werthe sind, denn es ist klar, dass ein nach der *Goll*'schen Methode behandeltes Mark sehr ungeeignet ist, um über die natürlichen Durchmesser der Fasern Aufschlüsse zu geben.

2. Verhalten der Nervenzellen zu einander und zu den Nervenfasern. Alle neuern Forscher mit wenigen Ausnahmen sind der Ansicht, dass die Nervenzellen einmal Ursprungsstellen der Nervenröhren der Spinalnerven und der weissen

Substanz des Rückenmarks sind und zweitens durch gewisse ihrer Ausläufer auch miteinander sich verbinden, ja Manche gehen so weit, sehr ausführliche Angaben über diese Verhältnisse zu machen. Frägt man welche thatsächlichen Grundlagen für diese Behauptungen vorliegen, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Was einmal die Nervenursprünge von den Zellen im Rückenmarke betrifft, so kann nicht bezweifelt werden, dass solche vorkommen und werde ich am wenigsten dieselben bestreiten, da ich wohl der Erste war, der einen solchen Ursprung aus dem Marke des Frosches beschrieb und abbildete (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 144. Tab. XI. Fig. 7). Auf der andern Seite muss ich mit Bestimmtheit gegen alle die mich aussprechen, welche die Beobachtung solcher Ursprünge für leicht erklären oder gar genaue Angaben über das Verhalten der Wurzeln zu den Nervenzellen machen. Ich habe mich viel mit dem menschlichen Marke beschäftigt und eifrig nach Nervenursprüngen gesucht und doch muss ich bekennen, noch nie mit Bestimmtheit den Uebergang eines blassen Fortsatzes einer Zelle in eine dunkelrandige ächte Nervenfaser gesehen zu haben. Ebenso wenig habe ich etwas der Art bei andern gesehen und war selbst *Stilling*, der mir neulich mit grosser Bereitwilligkeit seine schöne Sammlung zeigte, nicht im Falle, mir einen solchen Ursprung vorzuführen, wobei ich allerdings bemerken muss, dass seine besten Präparate gerade bei seinem Zeichner in Göttingen waren. Uebrigens ist auch *Stilling*, wenigstens seinen bisherigen Aeusserungen zufolge, ganz gegen die Behauptungen derer, welche den Nachweis von solchen Nervenursprüngen als etwas verhältnissmässig Leichtes ausgeben. Von den neuesten Beobachtern bekennt *Goll* offen, dass es ihm nie gelungen sei, einen Zellenfortsatz in eine dunkelrandige Faser oder in einen Axencylinder einer solchen zu verfolgen. Auch *Clarke* scheint diess nie gesehen zu haben und eine solche Verbindung nur aus dem Grunde anzunehmen, weil es ihm gelang, die Zellenfortsätze in die Wurzelbündel in den Vordersträngen und in die Seitenstränge zu verfolgen. Aus denselben Gründen allein nimmt auch *J. Dean* Ursprünge von Nervenfasern von Zellen an und sind diess auch die Thatsachen, die mich schon seit längerer Zeit veranlasst haben, Ursprünge von Nervenfasern im Marke anzunehmen. Von diesen Beziehungen der Nervenzellen zu den dunkelrandigen Fasern ist jedoch noch so wenig Genaueres bekannt, dass es für einmal ganz unmöglich ist, mehr als ganz allgemein auszusagen, dass ein Theil der sensiblen und motorischen Wurzelfasern mit den Zellen sich verbindet, so wie dass auch ein Theil der Röhren der weissen Stränge an denselben endet.

Noch ungünstiger verhält sich die Sache zweitens mit den Verbindungen der Nervenzellen. Manche beschreiben Anastomosen und sehen solche, wo Andere durchaus nichts Bestimmtes finden, und könnte ich mehrere vielgenannte Forscher namhaft machen, die mir solche Verbindungen zeigten, die ich nicht anerkennen konnte. So kann ich auch nicht anders, als den Ausspruch des neuesten Schriftstellers in diesem Gebiete, *J. Dean* (l. i. c. p. 5), dass in jedem Schnitte des Rückenmarkes von Säugern von mittlerer Güte einige Verbindungen zu sehen seien, für durchaus ungerechtfertigt halten, denn mir haben viele vortreffliche, genau untersuchte Schnitte, sowie die Präparate von *Stilling*, *Goll*, *Clarke*, *Lenhossek* noch nichts von solchen gezeigt, womit auch *Goll* ausdrücklich sich einverstanden erklärt. Immerhin will ich, obschon ich noch keine Anastomosen gesehen habe, dieselben doch nicht gerade bezweifeln, doch muss ich auch hier wieder mit aller Entschiedenheit behaupten, dass Niemand berechtigt ist, aus einzelnen Beobachtungen weitere allgemeine Sätze abzuleiten. Von den bis jetzt beschriebenen Zellenverbindungen halte ich übrigens die von *R. Wagner* abgebildeten (*Ecker's Icon. phys. Tab. XIII*) für die zuverlässigsten, wogegen ich Zeichnungen, wie die von *Lenhossek* (Tab. III. Fig. 1) entschieden für reine Schemata erkläre und diess mit um so grösserer Bestimmtheit, als es eine ausgemachte Sache ist, dass die grosse Mehrzahl der Nervenzellenausläufer aufs zahlreichste sich verästelt und schliesslich, oft erst in grossen Entfernungen von den Zellenkörpern (ich verfolgte solche bis fast auf $^1/_4'''$ von ihrer Zelle weg), in die feinsten Fäserchen von höchstens 0,0004''' ausläuft. *Stilling*, *Clarke* und *Goll* haben diese schon im Jahre 1850 von mir beschriebenen feinen Endverästelungen der Nervenzellenausläufer mehr weniger bestimmt bestätigt, ich begreife daher um so weniger, dass eine grosse Zahl Untersucher bisher so wenig Rücksicht auf dieselben ge-

nommen hat. Sicherlich hängt die Lösung des Räthsels des Markes einem guten Theile nach von der Erforschung des genauen Verhaltens dieser Bildungen ab, ebenso gewiss ist es aber auch, dass so lange diess nicht geschehen ist, Niemand berechtigt ist irgend etwas Allgemeines und Bestimmtes über das Verhalten der Zellen im Marke auszusagen. Nur vermuthungsweise deute ich an, dass diese Endverästelungen der Nervenzellen einmal dazu dienen, um entfernte Nervenzellen verschiedener Gegenden untereinander zu verbinden und dass dieselben zweitens mit gewissen ihrer Enden auch mit Nervenfasern zusammenhängen.

3. Verhalten der Nervenröhren des Markes. In dieser Beziehung steht fest: a) dass die weissen Stränge allerwärts viele Fasern an die graue Substanz abgeben, welche theils unmittelbar, theils wie bei den Vordersträngen nach vorläufiger Kreuzung in derselben sich verlieren, b) dass viele Fasern der Wurzeln verfeinert in der grauen Substanz dem Blicke sich entziehen. Unter diesen letzten Fasern sind besonders bemerkenswerth 1) Fasern der hintern Wurzeln in die grauen Vorderhörner, die scheinbar mit den vordern Wurzeln zusammenhängen (*Stilling*, *Clarke*, ich); 2) Fasern der beiderlei Wurzeln, die durch die Commissuren auf die andere Seite treten; 3) Fasern der hintern Wurzeln, die in die *Stilling*'schen Dorsalkerne treten und Fasern, die von diesen aus gegen die Seitenstränge verlaufen. Streitig ist, ob irgend welche Wurzelfasern unmittelbar aus der grauen Substanz in die weissen Stränge und zur *Medulla oblongata* emporsteigen. Ich für mich glaubte früher ein solches Verhalten annehmen zu dürfen und muss ich auch jetzt besonders auf Folgendes aufmerksam machen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die Vorderstränge Fasern an die *Commissura anterior* abgeben, welche sich kreuzen, ebenso wenig, dass ein Theil der vordern Wurzeln in die *Commissura anterior* eingeht. Ich glaube nun in gewissen Fällen einen unmittelbaren Zusammenhang der beiderlei Fasern gesehen zu haben. Ebenso habe ich Fasern der vordern Wurzeln durch die graue Substanz unmittelbar in die Seitenstränge und solche der hintern Wurzeln, nachdem sie die *Subst. gelatinosa* durchsetzt hatten, im Anschlusse an die Hinterstränge und Seitenstränge beobachtet. Ich will jedoch zugeben, dass alle diese Beobachtungen noch nicht ganz beweisend sind, da es in keinem Falle möglich war, die Fasern auf längere Strecken zu verfolgen und den Nachweis zu liefern, dass dieselben nicht später wieder aus den weissen Strängen in die graue Substanz abtreten. Ich will daher auch für einmal nicht weiter gegen *Stilling* streiten, der ein unmittelbares Aufsteigen der Wurzelfasern nach oben gänzlich läugnet, wenn derselbe zugibt, dass er ebenso wenig im Stande ist das Nichtvorkommen desselben bestimmt zu beweisen.

Was den von *Stilling* und neulich auch von *J. Dean* behaupteten Zusammenhang hinterer und vorderer Wurzelfasern anlangt, den der Erstere so deutet, dass diese Fasern in den Spinalganglien entspringen und aus diesen durch die hintern Wurzeln in die vordern übergehen, so scheint mir derselbe nicht mit einer solchen Bestimmtheit nachgewiesen, wie sie bei einer so einschneidenden Thatsache verlangt werden muss. Ausserdem mache ich darauf aufmerksam, dass bei den Spinalganglien der Säuger keine central verlaufenden Faserursprünge von Zellen bekannt sind und dass die austretenden Nerven derselben regelmässig stärker sind als die eintretenden, was entschieden gegen *Stilling* spricht, sowie dass *Clarke* bei einem Theile solcher Fasern Umbeugungen nach rückwärts und einen Anschluss an die Vorderstränge beobachtet hat (S. s. zweite Abhandl. Tab. XXIII).

Es ist hier der Ort noch etwas ausführlicher von den unter *Bidder's* Leitung angestellten Dorpater Untersuchungen über das Mark der Fische und des Frosches zu reden, weil dieselben einen grossen Einfluss auf die Ansichten der neuesten Forscher geübt haben. Nach diesen Autoren ist hier das Mark nach einem sehr einfachen Gesetze gebaut. Die graue Substanz enthält nichts als Bindegewebe und die bekannten grossen Ganglienzellen. Jede von diesen hat vier Fortsätze, von denen zwei in Röhren der vordern und hintern Wurzeln sich fortsetzen, einer zur Anastomosenbildung zwischen je zwei Zellen dient und der vierte die Zellen mit dem Hirn in Verbindung setzt und in die weissen Stränge übergehend zu einer dunkelrandigen Faser dieser wird. Diese bestechend einfache, zugleich aber auch wegen der Annahme von einerlei

Leitungsfasern für Bewegung und Empfindung zum Gehirn höchst auffallende Darstellung ist, wie *Stilling* und ich gezeigt haben, ganz mangelhaft und verfehlt, denn 1) haben die Urheber derselben ganz übersehen, dass die graue Substanz ausser den grossen Nervenzellen auch, und zwar beim Frosche, sehr viele dunkelrandige ächte Nervenröhren enthält; 2) ist es, ich möchte sagen sicher, dass die graue Substanz, wenigstens beim Frosche, ausser den grossen eine Unzahl kleiner multipolarer Zellen führt; 3) fehlen nach *Stilling's* Erfahrungen die Commissuren der grossen Nervenzellen beider Seiten, wogegen nach *Stilling's* und meinen Beobachtungen bei Fischen und Fröschen ächte vordere und hintere Commissuren dunkelrandiger Nervenröhren sich finden und 4) endlich besitzen, wenigstens beim Frosche, auch die grossen Nervenzellen nicht bloss einfache, unmittelbar in Nervenröhren übergehende Fortsätze, vielmehr finden sich hier, wie in neuester Zeit besonders auch *Gerlach's* zierliche gefärbte Präparate jedem deutlich gemacht haben werden, die nämlichen Verästelungen derselben bis ins Feinste, die oben von den Säugern erwähnt wurden. — Bei so bewandten Umständen wird die Hypothese von *Bidder* und seinen Schülern über den Faserverlauf im Marke der niedern Wirbelthiere ganz unhaltbar und fallen um so mehr auch alle Verallgemeinerungen derselben in Nichts zusammen, ein Ausspruch, der nun auch in den neuesten von *Mauthner* und von *Reissner* und seinen Schülern *Traugott* und *Stieda* unternommenen Untersuchungen seine Bekräftigung findet.

Zum Schlusse seien noch einige ganz besondere Verhältnisse erwähnt. *Jacubowitsch* theilt die Nervenzellen im Mark in 3 Gruppen, motorische, sensible und sympathische. Die Bemerkung, dass die grossen Zellen im centralen Nervensysteme mit den motorischen Nerven, die kleineren mit den sensitiven und den psychischen Vorgängen zusammenhängen, ist nicht neu (Siehe m. mikr. Anat. II. S. 542), dagegen hat noch Niemand es gewagt von sympathischen Zellen zu reden. Da *Jacubowitsch* für seine Aufstellung solcher keinerlei Beweise beibringt, so verweise ich einfach auf seine Abhandlung. — Von fast allen neuern Forschern (bes. von *Stilling*, *Clarke*, mir, *Schilling* u. A.) werden Nervenfasern erwähnt, die wagerecht aus der grauen Substanz in die weissen Stränge eintreten. *Stilling* hat dieselben früher als besondere graue Fasern gedeutet, nachdem aber von mir (Mikr. Anat. p. 427) und *Clarke* (Zweite Abth. p. 350) nachgewiesen worden war, dass diese Fasern in die Längsrichtung umbiegen und an die Elemente der weissen Stränge sich anschliessen, dieser unserer Auffassung sich angeschlossen. In neuester Zeit beschreibt *Lenhossek* wieder ein besonderes System radiärer Fasern, welche allerwärts in bedeutender Zahl die weissen Stränge durchsetzen und dann in der *Pia mater* sich ausbreiten, wo sie die *Purkyně*'schen Plexus bilden. Dass feine Nervenfädchen direct aus dem centralen Nervensysteme an die *Pia mater* gehen, hat schon vor langer Zeit *Bochdalek* für die *Medulla oblongata* angegeben, ebenso sind aber auch von *Remak* und mir die hintern Wurzeln als die Hauptquellen der Nerven der *Pia mater* aufgefunden worden. Da nun auch die Beschreibung der histiologischen Elemente der radiären Fasern durch *Lenhossek* nichts weniger als Zutrauen erweckt, so wird es wohl erlaubt sein, dieselben so lange als Bindesubstanzzüge zu betrachten, als nicht bestimmtere Angaben vorliegen.

§. 120.

Das verlängerte Mark und der *Pons Varoli* gehören zu den verwickeltsten Theilen des centralen Nervensystems und enthalten weisse und graue Substanz auf sehr verschiedenartige Weise durcheinander gemengt. Die weisse Substanz ist zum Theil eine Fortsetzung derjenigen des Markes, zum Theil eine neu auftretende, und verhält sich folgendermaassen. Die Vorderstränge des Rückenmarkes weichen am Anfange des verlängerten Markes auseinander und lassen die sich kreuzenden Bündel der Pyramiden hervortreten, mit denen sie nach *Clarke* zum Theil auch verschmelzen. Im weiteren Verlaufe schliessen sich diese Stränge mit einem kleineren Bündel den Pyramiden an und bilden den äusseren Theil derselben, während ihre

Hauptmasse, die Oliven innen und aussen umfassend, daher sie auch Olivenstränge heissen, seitwärts tritt und dann in zwei Bündel getheilt über der zweiten Querfaserschicht durch den *Pons* zieht. Das eine dieser Bündel ist die Schleife, *Laqueus*, die, über die *Cr. cerebelli ad cerebrum* herüber sich legend, in die hintern Vierhügel eingeht und innerhalb derselben mit dem entsprechenden Bündel der andern Seite zusammenstösst. Das zweite Bündel liegt nach aussen und unten von den oberen Schenkeln des *Cerebellum* und geht in die Haube *(Tegmentum)* der Hirnstiele ein. Ausserdem geben die Olivenstränge, resp. Vorderstränge des Markes, auch noch, wie es scheint, Fasern an den *Pedunculus cerebelli* ab. Die Seitenstränge des Rückenmarkes trennen sich am verlängerten Marke in drei Bündel. Das eine derselben geht in ziemlich gerader Richtung aufwärts in den *Fasciculus lateralis* des *Corpus restiforme* über und mit diesem grösstentheils in den Stiel des kleinen Gehirns, einem kleinen Theile nach in die Haube ein; ein zweiter Theil dringt zwischen den auseinanderweichenden Vordersträngen nach vorn, kreuzt sich mit zwei bis drei Bündeln mit dem der andern Seite *(Decussatio pyramidum)* und bildet die Hauptmasse der Pyramiden; ein dritter endlich kommt zwischen den Hintersträngen durch am Boden der Rautengrube als *Eminentia teres* zum Vorschein. Diese letzteren setzen sich am Boden der Rautengrube nebeneinanderliegend in die Haube der Hirnstiele fort, während die Pyramiden zwischen der ersten und zweiten Querfaserschicht der Brücke durchtretend in die Basis der Hirnstiele übergehen. Die Hinterstränge des Markes endlich bilden vorzüglich die *Fasciculi graciles* und *cuneati*, von denen die letzteren einem guten Theile nach in die *Pedunculi cerebelli* treten, während sie mit dem Reste und den *Fasc. graciles*, nach aussen von den *Emin. teretes* gelegen, in die Decke der Hirnstiele sich verfolgen lassen. Ausserdem geben die Hinterstränge nach *Clarke* auch Bündel an die Pyramiden ab. Alle diese Bündel bestehen, abgesehen von der grauen Substanz, aus gleich verlaufenden Nervenröhren von denselben Durchmessern wie die des Markes, nämlich von 0,001—0,004''', selten mehr.

Ausser dieser weissen Substanz zeigt der *Pons* und die *Med. oblongata*, abgesehen von den Nervenwurzeln, noch ein System von meist wagerechten Fasern. Dasselbe besteht 1) aus den bekannten queren und bogenförmig verlaufenden Fasern aussen an den Pyramiden und Oliven, 2) aus geraden Fasern, die von vorn nach hinten mitten durch das verlängerte Mark ziehen und die sogenannte Naht, Raphe *(Stilling)*, bilden helfen, 3) endlich aus sehr vielen quer und wagerecht von dieser Raphe in die Seitenhälfte der *Medulla* ausgehenden Röhren mit mehr oder weniger gebogenem Verlaufe. Diese letzteren, *Fibrae transversales internae*, beginnen hinter den Pyramiden und dringen, die vorderen als eine mächtige, durch kleine platte Bündel des Pyramiden- und Olivenstranges sehr zierlich unterbrochene Masse, von innen her in das *Corpus dentatum olivae* hinein und bilden für sich allein dessen weisse Substanz; dann setzen sie, pinselförmig sich ausbreitend, durch dessen graue Rinde hindurch und wenden sich schliesslich alle rückwärts gegen den *Fasciculus cuneatus* und *lateralis* hin. Hierbei beschreiben die Fasern grössere oder kleinere Bogen. Das letztere ist der Fall bei den aus dem hinteren Theile des Olivenkernes heraustretenden Röhren, die durch den Olivennebenkern *(Stilling)* (Fig. 171 *d*) und die nach aussen von demselben

befindliche grosszellige Substanz *(o, h, h, h)* hindurch fast gerade rückwärts und nach aussen gehen, ersteres findet sich bei den vorderen Fasern, die zuerst zwischen den Pyramiden und dem Olivenkern hindurch nach vorn, und dann erst in einem starken Bogen oberflächlich um den letzteren herum rückwärts in die Seitenbündel ausstrahlen. Eine zweite Abtheilung der *Fibrae transversales internae* geht hinter den Olivenkernen und ohne Verbindung mit denselben einfach von der Raphe aus durch den hinteren Theil der Olivarstränge und die *Eminentiae teretes* nach aussen und hinten ebenfalls in die strangförmigen Körper ein. — Alle diese Fasern gehören offenbar zusammen und scheinen die meisten, aus der grauen Substanz an der hintern Seite der *Medulla oblongata* in den *Corp. restiformia* und am Boden der Rautengrube entspringend, eine Quercommissur der beiden Seitenhälften darzustellen, gewissermaassen ein Vorbild der Commissurenfasern des *Pons*. Ein Theil derselben scheint auch mit den *Pedunculi cerebelli* zusammenzuhängen und zum kleinen Gehirne in näherer Beziehung zu stehen, doch sind in dieser Beziehung noch manche Verhältnisse dunkel und verweise ich in Betreff derselben auf *Stilling's* Arbeiten, meine Mikr. Anatomie und auf *Lenhossek* und *Clarke*.

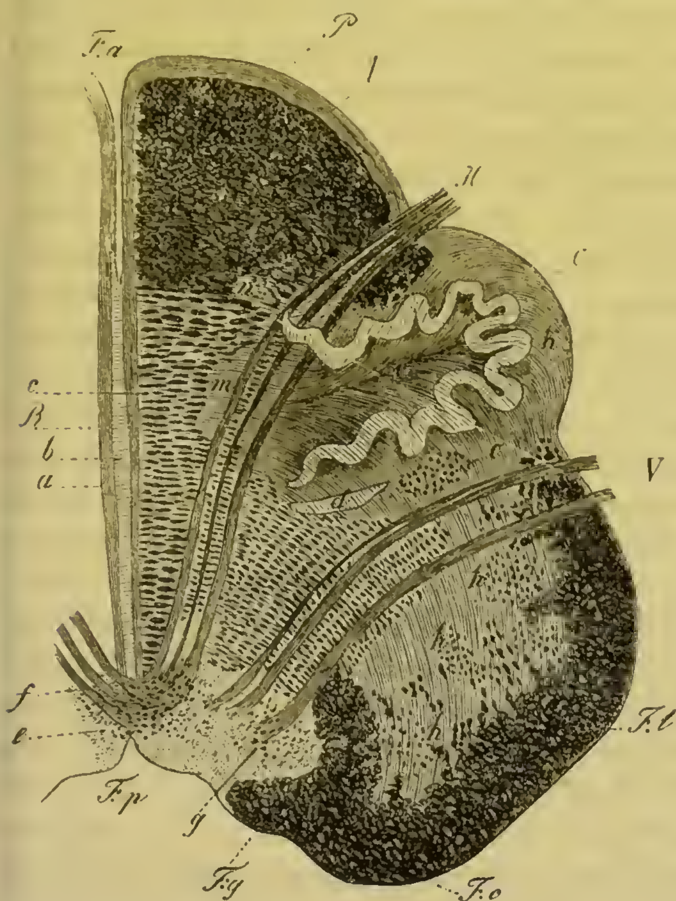


Fig. 171.

Die graue Substanz findet sich am verlängerten Marke besonders an drei Stellen in grösserer Menge angesammelt, nämlich in den Oliven, den strangförmigen Körpern und am Boden der Rautengrube. 1) Die graue Substanz der Oliven bildet ein in bekannter Weise gefaltetes Blatt, so dass eine mit Ausnahme der innern Seite ganz geschlossene Capsel entsteht, die, wenn sie auch die Stelle der vordern Hörner des Rückenmarks einnimmt, doch mit denselben, obschon sie nahe an ihr oberstes Ende herangeht, in keiner unmittelbaren Verbindung steht und auch sonst von aller übrigen

Fig. 171. Querschnitt durch das verlängerte Mark des Menschen, 5mal vergr. *P.* Pyramide. *O.* Olive. *F.l.* Seitenstrang. *F.c.* Keilstrang. *F.g.* Zarter Strang. *H. Hypoglossus-*, *V. Vagus*wurzeln. *F.a. Fissura anterior. F.p. Fiss. posterior* am Boden der Rautengrube. *R.* Raphe. *a.* Längsfasern der Raphe. *b.* Mittlere graue Lage mit Querfasern. *c.* Ausstrahlung dieser Fasern in den Olivenstrang und die Olive. *d.* Olivennebenkern. *e. Hypoglossus*kern. *f.* Kreuzung des *Hypoglossus*. *g. Vagus*kern. *hhh.* Grössere Nervenzellen im strangförmigen Körper. *i.* Markmasse im Innern der Olive, zu den innern queren Fasern gehörend. *k. Fibrae arciformes* aussen an der Olive. *l. Fibrae transversae* aussen an der Pyramide. *m. n. o.* Graue Kerne in den Pyramiden und Olivarsträngen.

grauen Substanz entschieden getrennt ist. In derselben finden sich, ausser sehr zahlreichen, meist gerade hindurchsetzenden Nervenfasern des queren Fasersystemes, 1) sehr viele kleinere Nervenzellen von 0,008—0,012''' Durchmesser und rundlicher Gestalt, mit 3—5 verästelten Fortsätzen und gelblichen, die Farbe der Oliven bedingenden Körnchen als Inhalt und 2) zahlreiche, in allen Richtungen verlaufende feine Nervenfasern, die wohl unstreitig ebenfalls dem queren Fasersysteme angehören und vielleicht z. Th. mit den Zellen zusammenhängen, wie diess *Clarke* annimmt; mag dem sein, wie ihm wolle, so ist so viel ganz sicher, dass sehr viele Fasern der Marksubstanz der Olive die Rinde derselben einfach durchsetzen und als *Fibrae transversales* weiter gehen. — In der Höhe der zwei oberen Drittheile der Oliven liegt hinter denselben und ohne Verbindung mit ihnen der von *Stilling* sogenannte Olivennebenkern als ein platter, gelblicher Streifen von genau derselben Bildung, wie die graue Substanz der Olive und ebenfalls von wagerechten Nervenfasern und zwar solchen, die grösstentheils schon durch die Olive hindurchgegangen sind, durchsetzt. 2) In den strangförmigen Körpern tritt die graue Substanz *(Corpus s. Nucleus cinereus)* als eine nicht scharf abgegrenzte und mit sehr vielen Nervenfasern untermischte längliche Masse auf, die besonders den *Fasciculus lateralis* einnimmt, aber auch in die Keil- und zarten Stränge sich fortsetzt. Dieselbe kann als Fortsetzung der hintern Hörner des Markes bezeichnet werden, und zeigt selbst noch, wie *Stilling* richtig angibt, eine Andeutung von der gelatinösen Substanz derselben, von der hier noch bemerkt werden kann, dass sie in den obersten Theilen des Markes bis zum Anfange der Pyramidenkreuzung ganz auffallend entwickelt ist und eine ganz seitliche Lage hat. Am untern Theile der *Medulla oblongata* selbst liegt diese graue Substanz mit einem Abschnitte ganz oberflächlich zwischen dem *Fasciculus lateralis* und den Oliven und bildet das *Tuberculum cinereum* von *Rolando*, welches in der Gegend der Oliven von den äussern queren Fasern *(Fibrae arciformes)* überlagert wird. Die Elemente der grauen Substanz der strangförmigen Körper sind ausser vielen feineren Fasern, die besonders in die wagerechten inneren Fasersysteme überzugehen scheinen, viele eher blasse, zum Theil bräunliche Nervenzellen mit Fortsätzen, mit ziemlich regelloser Lagerung und die meisten von derselben Grösse wie die der Oliven. 3) Die graue Substanz am Boden der Rautengrube ist, wie *Lenhossek* mit Recht annimmt, eine Fortsetzung der vordern und z. Th. auch der hintern grauen Hörner des Markes, die wegen der Umwandlung des Rückenmarks in einen nach hinten offenen Halbkanal hier neben einander liegen, und erscheint als eine ziemlich mächtige, vom *Calamus scriptorius* bis zum *Aquaeductus Sylvii* sich erstreckende Lage. Dieselbe enthält durchweg viele Nervenröhren, zum Theil von sehr bedeutendem Durchmesser, bis zu 0,006''', selbst 0,008''', zum Theil feinerer und feinster Art, ausserdem nichts als Nervenzellen mit Fortsätzen von allen Grössen, von 0,006''' bis zu 0,03''' und mehr. Die grössten derselben besitzt die *Ala cinerea* am hinteren Ende der Rautengrube und die *Subst. ferruginea s. Locus coeruleus* (Fig. 172), an welch letzterem Orte dieselben auch ausgezeichnete Färbungen und die zahlreichsten, zierlich verästelten Ausläufer besitzen. — Ausser diesen drei Massen grauer Substanz, welche sich zum Theil auf die der *Medulla spinalis* zurückführen lassen, zeigen sich in dem verlängerten

Marke noch einige kleine Nester, so in den Pyramiden innen an den Oliven (Pyramidenkern, *Stilling;* innere Nebenolive, *Lenhossek*, Fig. 171 *m*, *n*), in

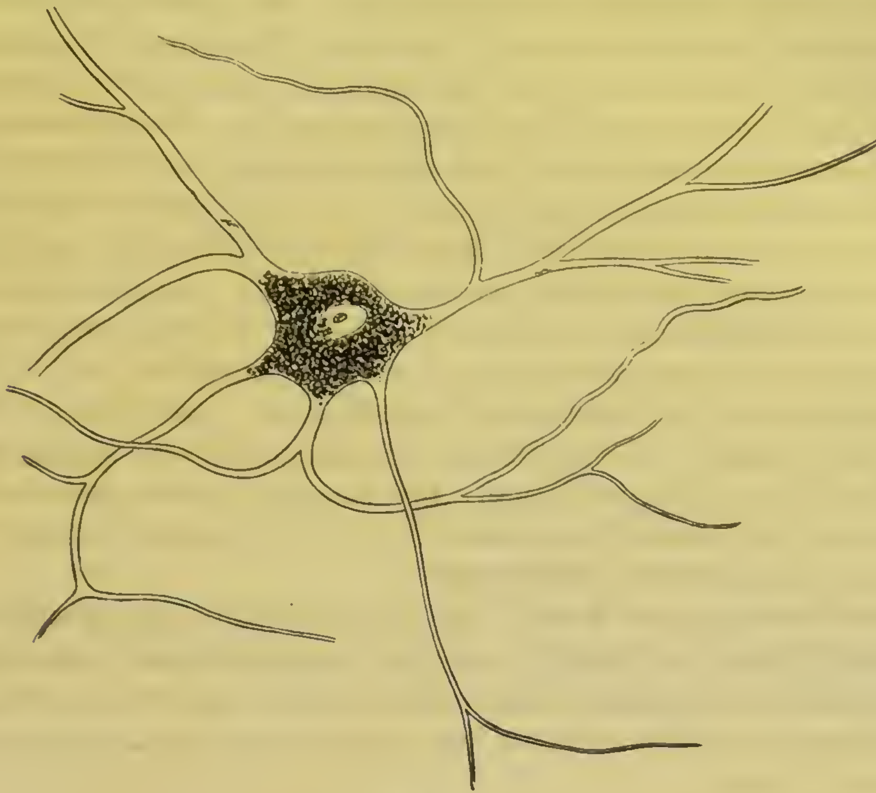


Fig. 172.

den Olivensträngen nach aussen von dem Olivennebenkern (*Stilling;* Fig. 171 *o*) und nach innen von demselben (*Lenhossek*), endlich an der vordern und innern Seite der Pyramiden (*Clarke*) und in gewissen Theilen der Raphe (ich), in welchen Orten allen, wie schon *Stilling* angibt, zum Theil auch grössere Zellen, stellenweise bis zu 0,025''', alle mit Fortsätzen, und feinere, z. Th. nur durchtretende Nervenröhren zu sehen sind.

Ein Theil der eben beschriebenen grauen Substanz, nämlich die der vorderen Hälfte der Rautengrube, gehört eigentlich schon dem *Pons Varoli* an. Derselbe enthält ausserdem auch noch in seinem Innern über der oberflächlichen Querfaserlage, sowohl in der Mitte als auch mehr seitlich, viele Anhäufungen von grauer Masse mit kleineren und grösseren (bis zu 0,02''' und mehr) Nervenzellen, alle mit Fortsätzen, welche so unregelmässig zwischen Längs- und Querfasern eingebettet sind, dass sie keiner ausführlicheren Beschreibung bedürfen, und einerseits mit den grauen Kernen der *Medulla oblongata*, andrerseits mit der *Substantia nigra* der Hirnstiele zusammenhängen.

Eine sehr schwierige Frage ist die nach dem Verhalten der 10 Nervenpaare, die von dem verlängerten Marke, dem *Pons* und den Hirnstielen herkommen. Nur wenige Forscher haben dieselbe mit anderen Hülfsmitteln als den gewöhnlichen, d. h. dem Verfolgen der Fasern mit dem Messer, welches hier durchaus nicht ausreicht, zu lösen gesucht, nämlich *Ed. Weber* (Art. »Muskelbewegung« in *Wagn.* Handwb. d. Phys. III. 2. p. 20—22) an mit kohlensaurem Kali erhärteten Präparaten, *Stilling* durch mikroskopische Ver-

Fig. 172. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube vom Menschen, 350mal vergr.

folgung von Schnitten in Alkohol erhärteter Theile, ich selbst, und in neuester Zeit *Lenhossek, Clarke* und zum Theil auch *Jacubowitsch* und *Schröder*. Meine eigenen an Chromsäurepräparaten, die grösstentheils durch Natron durchsichtig gemacht wurden, erhaltenen Ergebnisse stimmen fast in Allem mit denen von *Stilling* überein, dem wir sehr schöne Arbeiten über die *Medulla oblongata* und den *Pons Varoli* verdanken. Die genannten Nerven entspringen ohne Ausnahme nicht von den Strängen oder Fasermassen, aus denen sie herauskommen, sondern dringen Alle mehr oder minder tief in die Centraltheile hinein und setzen sich hier wahrscheinlich Alle, zum Theil erst nachdem sie sich gekreuzt haben, wie die *Trochleares*, mit bestimmten Theilen von grauer Substanz in Verbindung, welche *Stilling* nicht unpassend Nervenkerne (*Accessorius*kern z. B.) nennt. Namentlich ist es der Boden der Rautengrube und der Sylvischen Wasserleitung, der in dieser Beziehung eine grosse Rolle spielt, indem alle die genannten Nerven wenigstens theilweise zu demselben sich erstrecken. Das Genauere über diese Verhältnisse ist bei *Stilling*, in meiner Mikr. Anat. II. 1. S. 458—462 und bei den andern genannten Forschern nachzusehen.

In Betreff der Art und Weise, wie der Uebergang des Rückenmarks in das verlängerte Mark sich macht, welcher Gegenstand hier unmöglich ausführlicher besprochen werden kann, verweise ich vor Allem auf die neuen Untersuchungen von *Clarke*, die ich nach allen Seiten als richtig anerkennen muss.

Lenhossek's Untersuchungen über die *Med. oblongata* haben in mehrfachen Beziehungen andere Resultate ergeben, als die von *Stilling* und mir, und hebe ich hier besonders Folgendes hervor.

1. Die Oliven sollen die Primitivfasern ihrer Marksubstanz durch eine ununterbrochene Reihe von Bündeln (*Pedunculi olivae*) beziehen, welche in ähnlicher Weise wie die z. Th. neben ihnen verlaufenden *Hypoglossus*wurzeln vom Boden der Rautengrube entspringen (d. h. so, dass sie ebenfalls z. Th. von der andern Seite herkommen und sich kreuzen) und bogenförmig nach vorn und aussen verlaufen. Alle diese Fasern enden nach *Lenhossek* an den Zellen der Olivenrinde.

2. Ausserdem beschreibt *Lenhossek* eine Commissur der Oliven als eine quere starke Markmasse, welche in der Gegend zwischen der mittleren und obern *Hypoglossus*wurzel von einem Hilus der Olive zum andern dringe und ebenfalls in derselben sich verliere.

Mit Bezug auf diese Angaben habe ich Folgendes zu bemerken. Was erstens die Quercommissur der Oliven betrifft, so findet sich eine solche in der Art, wie sie *Lenhossek* abbildet, d. h. als eine reine mit Längsfasern unvermischte Masse von Querfasern nicht, dagegen kommt an der angegebenen Stelle allerdings eine stärkere Ansammlung von queren Nervenröhren vor, welche, wenn auch von zahlreichen, doch von feineren Längsbündeln, als sie höher oben und weiter unten an dieser Stelle sich finden, durchsetzt wird. Diese Querfasern, die von einer Markmasse der Oliven zur andern ziehen, wobei sie z. Th. den Pyramidenkern *Stilling's* durchsetzen, und somit eine Art Commissur der Oliven darstellen, sind jedoch schon von *Stilling* (*Med. obl.*) und mir (Mikr. Anat. und Handb.) beschrieben worden. Wir beide zeigten zugleich, dass dieselben zu dem grossen Systeme von innern Querfasern der *Medulla oblongata* gehören, welche, einem guten Theile nach die Olivenrinde bloss durchsetzend, von den *Corpora restiformia* aus bogenförmig zur Raphe laufen, wo sie untereinander sich verbinden (*Stilling, Med. obl.* Tab. V. VI, m. Mikr. Anat. Fig. 136). Dass *Lenhossek* diese so leicht wahrnehmbaren und zahlreichen, die Olivenrinde nur durchsetzenden Fasern, welche neulich auch *Clarke* beschreibt, nicht gesehen hat, erweckt kein günstiges Vorurtheil für seine Angaben, an denen jedoch

immerhin etwas Wahres sein mag, insofern als ein Theil der genannten Fasern wahrscheinlich mit den Zellen der Oliven zusammenhängt und vielleicht wirklich eine Commissur derselben darstellt. Zweitens *Lenhossek's Pedunculi olivae* anlangend, so kann ich dieselben in der Weise, wie er sie beschreibt, nicht finden. Nach meinen Erfahrungen verlaufen in der angegebenen Richtung einmal ein Theil der Wurzelfasern des *Hypoglossus*, die, wie schon *Stilling* und ich angegeben haben, durchaus nicht immer vor den Oliven vorbeigehen, sondern gar nicht selten mehr weniger tief in die Markmasse derselben eintreten und dann erst, die Olivenrinde vorn durchsetzend, gegen die Austrittsstelle des Nerven verlaufen. Da diese Bündel auf Schnitten nicht immer in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar sind, so können sie leicht für besondere Olivenstiele gehalten werden. Ausserdem schienen mir aber zweitens auch noch andere Fasern von ganz ähnlichem Verlaufe vorzukommen, welche, nachdem sie mehr weniger tief in das Olivenmark eingedrungen waren, das Organ wieder verliessen, indem sie ebenfalls vorn die Rinde desselben durchsetzten und dann an die bogenförmigen Fasern aussen an den Oliven sich anschlossen. Mit Bezug auf diese Fasern kann ich jedoch meine Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen ansehen und will ich daher auch die Möglichkeit, dass von diesen Fasern eine gewisse Zahl in der Olive verbleibt, nicht bestimmt läugnen, immerhin habe ich noch zu bemerken, dass alle Fasern, die vom Boden der Rautengrube in die Olive sich verfolgen lassen, dichte Bündel etwas stärkerer Fasern bilden, und dass ich noch kein Anzeichen einer pinselförmigen Auflösung derselben in der Olive oder einer statthabenden Verfeinerung wahrgenommen habe, was auch gegen *Lenhossek's* Auffassung spricht.

3. Auch in der *Med. oblongata* beschreibt *Lenhossek* dieselben radiären Fasern wie im Marke (siehe oben). Es ist nicht zu bezweifeln, dass, was *L.* in seiner Fig. 1 auf Tab. II. bei *gg.* als solche abbildet, Nervenfasern sind, mit Bezug auf die Gesammtanschauung muss ich jedoch auf das oben bemerkte verweisen.

4. Die *Fibrae antero-posteriores* der Raphe entspringen nach *Lenhossek* vom Boden der Rautengrube und sollen sich kreuzen, wie diess auch schon von *Stilling* angegeben wurde. — Von einem Theile dieser Fasern bezweifle ich den angegebenen Ursprung nicht, dagegen geht ein anderer, wie ich gezeigt habe, aus sich umbiegenden Querfasern hervor.

5. Die Längsfasern der *Med. obl.* sollen nach *L.* nach oben spitzwinklige Verästelungen bilden und so nach und nach die Bündel gegen das Hirn an Stärke zunehmen.

6. Vom *N. accessorius* sagt *L.*, dass derselbe in seinem grössten Theile so an der äussern Oberfläche der *Pia mater* verlaufe, wie die *Purkyně*'schen Nervenplexus derselben, und schon in der Lendengegend nachzuweisen sei; von da an aufwärts sollen überall Fasern, die wie die des radiären Systemes verlaufen, als Wurzeln desselben auftreten!

§. 121.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum*, zeigt in Bezug auf die Vertheilung der Elementartheile ziemlich einfache Verhältnisse, indem graue Substanz nur an der Oberfläche der Windungen, im *Nucleus dentatus* und an der Decke des *Ventriculus quartus* sich findet, alles übrige aus weisser Substanz besteht. Die letztere zeigt, abgesehen von der schon besprochenen Bindesubstanz, einzig und allein gleich verlaufende, gegen die graue Substanz nach *Gerlach* Theilungen darbietende, dunkelrandige Nervenröhren, welche alle Eigenschaften centraler Röhren (Zartheit, leichtes Varicöswerden, leichte Darstellbarkeit des Axencylinders u. s. w.) besitzen, an fast allen Orten, so viel sich ermitteln lässt, sich wesentlich gleich verhalten und einen Durchmesser von 0,0012—0,004‴, im Mittel von 0,002‴ darbieten. Die graue Substanz im Innern zeigt sich 1) ganz spärlich an der Decke des *Ventriculus quartus* über dem *Velum medullare inferius* in Gestalt 0,02—0,03‴ grosser, in die weisse Substanz eingestreuter und von einem scharfen Auge ohne weiteres zu erkennen-

der brauner Nervenzellen *(Substantia ferruginea superior, mihi)* und 2) im *Nucleus dentatus*, dessen grauröthliches Blatt eine bedeutende Zahl von gelblich gefärbten Nervenzellen von mittlerer Grösse (0,008—0,016''') und zwei bis fünf Fortsätzen enthält, die von vielen aus dem weissen Kerne des *Nucleus dentatus* in die Marksubstanz der Hemisphäre übergehenden Nervenfasern durchsetzt werden und vielleicht auch theilweise mit denselben in unmittelbarer Verbindung stehen.

Verwickelter sind die Verhältnisse der grauen Substanz an der Oberfläche der Windungen des kleinen Hirns (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 4). Dieselbe besteht bekanntlich überall aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Schicht, welche, mit Ausnahme der Furchen, in denen die innere Schicht meist stärker ist, so ziemlich dieselbe, jedoch nicht überall gleiche Mächtigkeit besitzen.

Die innere rostfarbene Schicht (Körnerschicht, *Gerlach*) enthält Nervenfasern und grosse Massen scheinbar freier Kerne. Die ersteren stammen ohne Ausnahme aus der weissen Substanz und treten im Allgemeinen gleichlaufend, jedoch in jeder Windung auf dem Querschnitte leicht pinselförmig sich ausbreitend, geraden Weges von innen her in die rostfarbene Schicht ein. In dieser ziehen sie ebenfalls noch von innen nach aussen bis zur grauen Schicht, lösen sich jedoch in viele, meist feine Bündel auf, die vielfach mit einander sich verflechten, so dass die ganze rostfarbene Schicht von einem dichten, aber zarten Maschenwerke von Nervenfasern durchzogen wird, das an die Endplexus in peripherischen Theilen, z. B. im *Acusticus*, in den Haarbälgen der Tasthaare u. s. w. erinnert. In den Maschenräumen dieses Nervenplexus liegen in Menge dunkle, runde Kerne von 0,002—0,004''', im Mittel 0,003''' Grösse, welche sehr häufig einen deutlichen *Nucleolus* zeigen und alle zu zarten Zellen gehören, die untereinander zusammenhängen und einen eigenthümlichen kernreichen Theil des schon im §. 118 beschriebenen *Reticulum* darstellen.

Indem die Nervenfasern der weissen Substanz durch die rostfarbene Schicht hindurchziehen, verdünnen sie sich nach und nach, die meisten bis zu einem Duchmesser von 0,0012''', und treten dann so verfeinert in die äussere, graue Schicht der Rinde ein. Diese besteht, obschon dem äusseren Ansehen nach überall ganz gleich, aus zwei, jedoch nicht scharf abgegrenzten Lagen, von denen die innere noch Nervenfasern und sehr ausgezeichnete grosse Nervenzellen enthält, die äussere dagegen nur die schon besprochene scheinbar feinkörnige, blasse, kernhaltige Bindesubstanz, die überhaupt durch diese ganze, graue Schicht verbreitet ist, und daneben kleine Nervenzellen und Ausläufer der grossen Zellen führt. Die kleinen Nervenzellen sind im Ganzen genommen nicht zahlreich. Sie finden sich durch die ganze graue Schicht vereinzelt von 0,004—0,008''' Grösse, häufiger nahe der Oberfläche und gegen die rostfarbene Schicht zu, auch wohl in dieser selbst (ich, *Gerlach*) und zeigen bei gelungener Darstellung, namentlich an Chromsäurepräparaten meist mehrere zarte Fortsätze, die sich jedoch nie weit verfolgen lassen und häufig dicht an den Zellen abgerissen sind. Ganz verschieden von diesen kleineren Elementen und sehr eigenthümlich sind die grossen, von *Purkyně* entdeckten Zellen der grauen Schicht (Fig. 173). Dieselben, von 0,016—0,03''' Grösse und runder birn- oder eiförmiger Gestalt mit feinkör-

nigem ungefärbtem Inhalte, finden sich nur in den innersten Theilen der grauen Schicht an der Grenze der rostfarbenen Lage, nicht selten, wenigstens

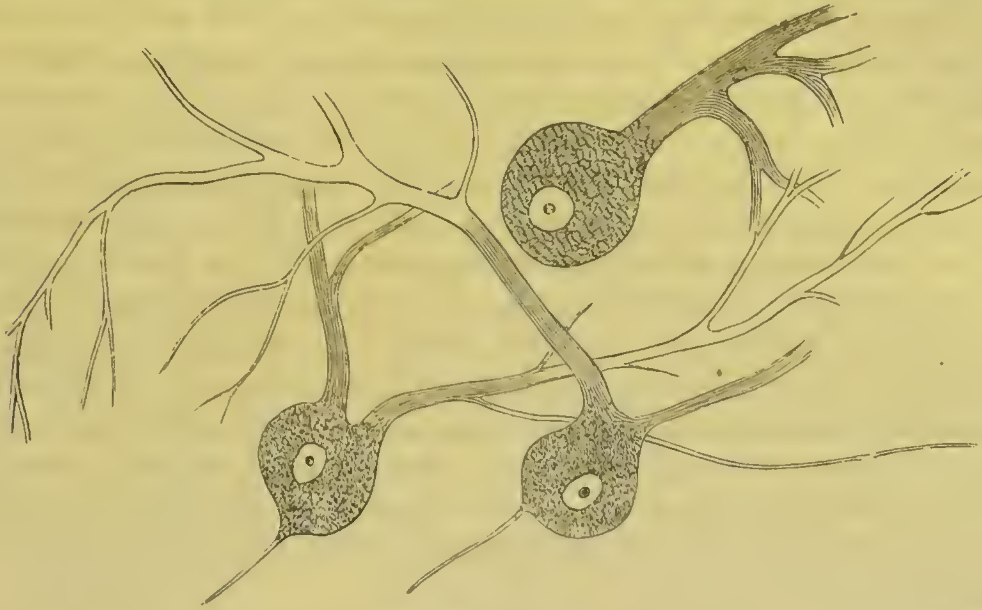


Fig. 173.

einzelne von ihnen, noch theilweise in die Kerne derselben eingebettet in einfacher oder stellenweise doppelter Lage und haben 2—3, selten 4 lange und vielfach verästelte Fortsätze, von denen meist ein zarterer nach innen, die stärkeren nach aussen gerichtet sind. Am Ursprunge sind die äusseren Fortsätze bis 0,007, ja selbst 0,008''' dick, und äusserst feinkörnig oder sehr zartstreifig; im weiteren Verlaufe werden sie mehr gleichartig und verästeln sich zugleich aufs mannichfachste und zierlichste, so dass schliesslich aus jedem Fortsatze ein grosses Büschel ganz feiner Fäserchen, von einem Durchmesser von kaum 0,0002''' die feinsten, entsteht. Hierbei dringen sie einem Theile nach mehr wagerecht in die graue Schicht hinein, die meisten ziehen jedoch gerade nach aussen und erstrecken sich bis an die äussere Oberfläche der grauen Schicht, wo sie, wenigstens z. Th., mit leichten knopf- oder birnförmigen Anschwellungen zu enden scheinen, und eine häufig recht deutliche senkrechte Streifung bedingen, welche auch von *Bergmann* bei Thieren gesehen, jedoch nicht auf die Ausläufer der Zellen bezogen wurde. Indem die Hauptverlängerungen der Fortsätze in genannter Weise die graue Schicht durchziehen, der sie auch weiter nach innen ein eigenthümlich streifiges Ansehen verleihen, geben sie unter spitzen oder rechten Winkeln ihre Aeste ab, durch welche dann nicht selten eine mit der erwähnten Streifung unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite entsteht.

In dem innersten Theile der grauen Schicht, zwischen den grossen Zellen, finden sich nun auch noch viele Nervenfasern, die jedoch wegen ihrer Zartheit und leichten Zerstörbarkeit sehr schwer zu verfolgen sind, jedoch, wie ich gegen *Gerlach* zu bemerken habe, auch an Chromsäurepräparaten und zwar nach Natronzusatz sich erkennen lassen. Dieselben kommen aus

Fig. 173. Grosse Zellen der grauen Schicht der Rinde des kleinen Hirnes des Menschen, 350mal vergr.

der rostfarbenen Schicht und verbreiten sich unter fortgesetzter Plexusbildung in dem inneren Drittheile der grauen Lage zwischen den grossen Zellen und ihren Fortsätzen. Verfolgt man dieselben genauer, so ergibt sich 1) dass sie bestimmt keine Endschlingen bilden, wie sie *Valentin* und *Hyrtl*, die vielleicht feine Plexus für solche nahmen, gesehen zu haben glauben, und 2) dass dieselben immer feiner und blasser werden, indem sie von ihrer anfänglichen Dicke von 0,0012''' bis zu der von 0,0006 und 0,0004''' herunter gehen und ihre dunklen Ränder mit immer blasseren vertauschen, bis sie schliesslich, einzeln und mehr gerade verlaufend und von den Fortsätzen der Nervenzellen nicht mehr zu unterscheiden, an der Grenze des innern Drittheiles der grauen Schicht gegen das mittlere Drittheil und selbst noch weiter nach aussen sich verlieren. Da nun auch die Axencylinder dieser Nervenröhren, da wo dieselben schon deutlich dunkelrandig sind, durch ihre eigenthümliche unregelmässige Begrenzung ganz mit den feineren Fortsätzen der grossen Zellen übereinstimmen, so stehe ich nicht an es für sehr wahrscheinlich zu erklären, dass alle Nervenröhren mit den Ausläufern derselben und wohl auch denen der kleineren Zellen verbunden sind.

Die *Crura cerebelli* bestehen alle aus nichts als aus gleich verlaufenden Nervenröhren ohne Beimengung von grauer Substanz, entsprechend denen der Markmasse des kleinen Gehirnes selbst, als deren Fortsetzung dieselben zu betrachten sind.

Der Zusammenhang der Elemente in der Rinde des *Cerebellum* wird von *Gerlach* in ganz eigenthümlicher Weise dargestellt (l. i. c.). Nach ihm unterliegen die Nervenröhren schon in der weissen Substanz der Windungen vielfachen Theilungen und werden bereits hier in ihrem Verlaufe von einzelnen Körnern unterbrochen. In noch viel ausgedehnterem Grade ist letzteres der Fall in der rostfarbenen oder Körnerlage der grauen Substanz, in der gleichfalls Theilungen der Nervenröhren vorkommen und die letztern überhaupt ausserordentlich fein werden. *Gerlach* denkt sich (siehe s. schemat. Fig. 3. Tab. I.), dass die sehr verfeinerten Fasern hier ein Netzwerk bilden, in dessen Knotenpunkten die Körner sitzen, die nach ihm wahrscheinlich kleine Zellen sind. An der äussern Grenze der rostfarbenen Lage lässt er dann endlich die Elemente dieses Flechtwerkes theils unmittelbar mit den nach innen gehenden Fortsätzen der grossen Nervenzellen zusammenhängen, theils durch Vermittelung neuer Körner mit den äussern Ausläufern derselben sich vereinen. Ob diess von allen diesen Ausläufern gilt, ist nicht mit Bestimmtheit gesagt, nur erklärt sich *G.* dahin, dass die Frage, ob dieselben auch untereinander sich verbinden, noch eine offene sei. Mit dieser Darstellung kann ich aus mehrfachen Gründen nicht einverstanden mich erklären. Ich habe bei neuerdings vorgenommener Untersuchung des *Cerebellum* mich durchaus nicht davon überzeugen können, dass die Körner mit den Nervenröhren zusammenhängen, oder dass die letztern sich theilen, obschon auch ich an den Körnern gar nicht selten die von *Gerlach* beschriebenen Fädchen anhängen sehe und dieselben für Zellen halte. Hierzu kommt nun, dass meinen Erfahrungen zufolge die Nervenröhren der rostfarbenen Lage ganz anders sich verhalten, als *G.* es schildert. Weit entfernt so fein zu werden, wie er zeichnet, gehen sehr viele derselben als deutlich dunkelrandige Fasern durch die ganze Körnerschicht und bilden hier den reichen im §. erwähnten Plexus, von dem ich hier eine Abbildung gebe, in dessen Maschen die Körner liegen. Ich glaube auch versichern zu können, dass bei weitem die grösste Zahl dieser Fasern immer als dunkelrandige in die rein graue Lage übergeht und erst hier ihr Ende erreicht, das, wie ich im §. angab, an den Ausläufern der Zellen, jedoch, wie es scheint, ohne Vermittelung von Körnern zu suchen ist, welche letztern ich, wie schon früher angegeben, zum *Reticulum* der Bindesubstanz rechne.

Dem Gesagten zufolge stimme ich mit *G.* wohl in sofern überein, als auch ich die Nervenröhren des *Cerebellum* an den grossen (und auch den kleinen) Zellen der Rinde entspringen lasse, was schon nach den von mir früher mitgetheilten Thatsachen nicht anders angenommen werden konnte, auf der andern Seite herrscht aber, abgesehen von der verschiedenen Auffassung der Körner, zwischen uns der grosse Unterschied, dass ich nicht viele Ausläufer einer Zelle schliesslich in Eine einzige Nervenröhre übergehen lasse, wie *G.*, sondern der Meinung bin, dass jede Nervenfaser immer nur mit einem einzigen der zahlreichen Zellenfortsätze sich verbindet. Bei dieser Auffassung erklärt sich die grosse Zahl von Nervenröhren trotz der geringen Anzahl der Zellen leicht, während nach der von *G.*, abgesehen davon, dass dieselbe mit allem dem, was wir sonst über Nervenursprünge wissen, im Widerspruche ist, keine Möglichkeit vorliegt, dieselbe zu begreifen. Wenn es gestattet ist, noch ins Reich der Hypothesen sich zu versteigen, so möchte ich glauben, dass die (spärlichen) Nervenröhren, die mit den inneren Fortsätzen der grossen Zellen verbunden sind, eine andere physiologische Bedeutung haben, als die zahlreicheren von den äussern Ausläufern abtretenden, in welchem Falle dann die Zellen die Vermittelung zwischen beiden übernähmen. Nicht unmöglich wäre es auch, dass die letzteren Röhren alle zu Querfasern des *Pons* würden, die ersteren dagegen in die *Crura superiora et inferiora* übergingen. Vielleicht sind auch Verbindungen der Zellenausläufer da, doch war ich bis jetzt noch nicht im Falle, etwas Sicheres der Art zu sehen und enthalte ich mich daher eines bestimmten Urtheils. Ueber den Bau der Windungen des Kleinhirns vergleiche man ausserdem die Arbeit von *Hess* und die von *Walther* über den *Bulbus olfactorius* (l. i. c.). Der letzte Beobachter glaubt Verbindungen der grossen Ganglienzellen gesehen zu haben, die sonst noch von Niemand erwähnt worden sind, ebenso Ursprünge dunkelrandiger Nervenfasern von den genannten Zellen.

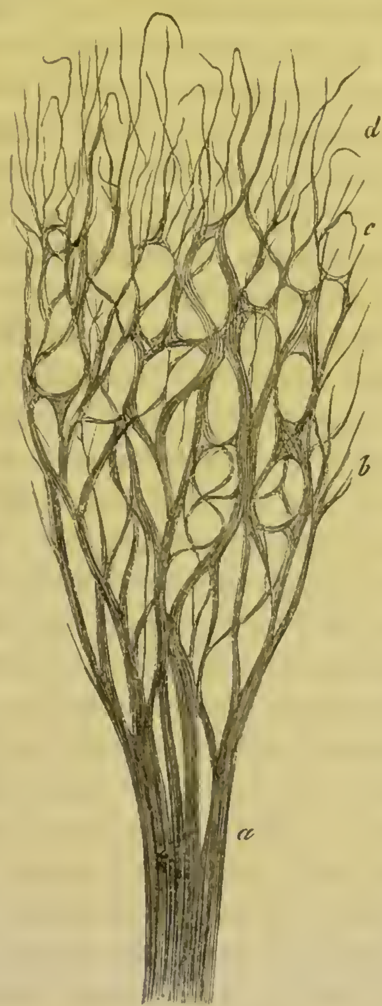


Fig. 174.

§. 122.

Ganglien des grossen Gehirns. Die drei Ganglienpaare des grossen Hirnes, Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel bestehen Alle aus mächtigen Ansammlungen von grauer Substanz und aus Nervenfasern, von denen die ersteren zum Theil ganz getrennt für sich dastehen *(Corpus striatum)*, zum Theil unter sich und mit tieferliegenden grauen Kernen zusammenhängen *(Thalami optici, Corpora quadrigemina)*, die letzteren die Ganglien einerseits mit dem kleinen Gehirne und verlängerten Marke, andrerseits mit den Hemisphären des grossen Hirnes verbinden.

Der Streifenhügel enthält zwei grosse graue Kerne, den *Nucleus caudatus* vorn und oben und den *N. lenticularis* unten und hinten, welche jedoch vorn mit einander zusammenhängen und Eine Masse bilden, ausserdem den

Fig. 174. Nervenröhrenverlauf an der Oberfläche des kleinen Hirns. *a.* Röhren der weissen Markmasse. *b.* Nervenplexus der *Subst. ferruginosa.* *c.* Grenzen dieser Substanz. *d.* Ausläufer der dunkelrandigen Röhren in die rein graue Lage. Geringe Vergrösserung.

dünnen *N. taeniaeformis* mit der *Amygdala* aussen am Linsenkern, und steht vorzüglich mit der Basis der Hirnstiele oder der Fortsetzung der Pyramiden in Verbindung, die mit vielen weissen Bündeln in ihn einstrahlt. Die graue Substanz zeigt, wie fast überall, Nervenzellen und feine Nervenfasern. Die ersteren von 0,006 — 0,018''' Grösse, sind zum Theil farblos, zum Theil, wie besonders im *N. caudatus* und 3. Gliede des *N. lenticularis*, gefärbt, haben 2—5 Fortsätze und finden sich in um so grösserer Menge, je dunkler die graue Substanz ist.

Die Nervenfasern lassen sich dem grössten Theile nach auf die der Basis der Hirnstiele zurückführen. Dieselben, dunkelrandige Röhren von 0,0012—0,005''', die meisten von 0,002—0,004''' Breite, dringen in geradem Verlaufe und alle nebeneinanderliegend in das erste Glied des Linsenkernes und den vordersten dicksten Theil des geschwänzten Kernes ein. Verfolgt man dieselben im Linsenkerne weiter, so sieht man, wie sie in grösseren und kleineren Bündeln und an Stärke etwas abnehmend (die meisten von 0,0012 —0,003'''), geraden Weges durch die mehr spärliche graue Substanz der zwei ersten Abschnitte desselben hindurchziehen, um zuletzt in dem äussersten grössten Abschnitte pinselförmig auszustrahlen und sich zu verlieren. In diesen treten nämlich aus dem zweiten Gliede weisse Bündel von 0,04 — 0,14''', mit Fasern von 0,0012—0,002''', eines neben dem andern ein, die leicht auseinanderweichend und in kleinere Bündel sich theilend in der Richtung gegen den äusseren Rand des Linsenkernes weiter ziehen, und, bevor sie denselben erreicht haben, für das blosse Auge verschwinden. Verfolgt man dieselben an Chromsäurepräparaten mikroskopisch, so ergibt sich, dass die Bündel bis nahe an den äussersten Theil des Linsenkernes gehen, jedoch allmählich in kleinere Bündel und in einzelne Fasern sich auflösen und aufs mannichfachste untereinander sich verflechten. Dass diese Fasern hier enden und nicht in die Markmasse der Hemisphären weiter gehen, darf als ausgemacht betrachtet werden, da von einem weiteren Fortgange derselben auch nicht das Mindeste zu beobachten ist und doch ein solcher, wenn vorhanden, dem Blicke sich nicht entziehen könnte; zweifelhaft ist dagegen auch hier das Wie. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die Fasern der eintretenden Nervenbündel im dritten Abschnitte des Linsenkernes, wie sich an sehr vielen unmittelbar beobachten lässt, nach und nach so weit sich verdünnen, dass sie nur noch 0,0008''', 0,0006''', ja selbst bloss 0,0004''' messen und fast ganz blass aussehen, so dass sie kaum mehr von den feineren Fortsätzen der Nervenzellen sich unterscheiden, mit denen sie wohl auch unzweifelhaft zusammenhängen. — In eben beschriebener Weise verhalten sich auch alle in den *N. caudatus* eintretenden Fasern, von denen die einen von der Basis der Hirnstiele aus in denselben eingehen, die andern, in seinen dünneren Theil tretenden, offenbar aus dem *Nucleus lenticularis* stammen und zuerst die zwei ersten Glieder desselben durchsetzen; auch hier findet sich kein Uebergang von solchen Fasern ins Mark der Hemisphären, sondern eine Auflösung der Bündel in Netze feinster, fast markloser Fasern und wahrscheinlicher Zusammenhang derselben mit den Zellen.

Ausser den eben beschriebenen, auf jeden Fall sehr zahlreichen Nervenfasern, welche von den Hirnstielen abstammen und im Streifenhügel enden, enthalten dessen Kerne noch eine bedeutende Zahl anderer, deren Herkunft

zum Theil schwer, zum Theil gar nicht anzugeben ist. Eine Art dieser Röhren glaube ich mit Bestimmtheit herleiten zu können. Im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels findet man auf verschiedenen Durchschnitten eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch vom blossen Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und die Durchmesser ihrer Röhren (von 0,0012—0,002‴) von den hier ganz verfeinerten und in Netze aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterscheiden. Es ergibt sich leicht, dass alle diese Bündel aus der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche entlang verlaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse der Hemisphären in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den ersteren Fasern. Diese Fasern gehen bündelweise beisammen mehr oder weniger tief in die graue Substanz der Streifenhügel, beim *N. lenticularis* in die des dritten Gliedes hinein und enden dann, wie ich gefunden zu haben glaube, ohne sich namhaft auszubreiten, Plexus zu bilden oder sich weiter zu verschmälern, indem ihre Fasern Schlingen mit nahe beisammen liegenden Schenkeln bilden, von welchen Schlingen natürlich nicht behauptet werden soll, dass sie Endschlingen sind.

Wenn es verhältnissmässig noch leicht ist, den Bau des S t r e i f e n h ü g e l s wenigstens in seinen Hauptzügen aufzudecken, so verhält es sich mit den S e h - und den V i e r h ü g e l n ganz anders, besonders weil hier die Nervenfasern weniger bündelweise, sondern mehr einzeln und aufs innigste mit grauer Substanz gemengt verlaufen und daher zum Theil durchaus nicht auf grössere Strecken sich verfolgen lassen. Leicht ist allerdings auch hier die Erforschung der grauen Substanz selbst und bieten die Elemente derselben, die Nervenzellen, nichts Besonderes dar, ausser dass dieselben im Sehhügel meist dunkler gefärbt, die der Vierhügel dagegen blass sind. Die Nervenfasern anlangend, so ist allerdings ganz sicher, dass der obere Theil der Hirnstiele, d. h. die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, die Fortsetzungen der Olivarstränge, Theile der *Corpora restiformia* und die *Eminentiae teretes* in die genannten Ganglien eingehen, jedoch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, über deren Verlauf etwas Bestimmtes auszumitteln. Nur das glaube ich angeben zu können, d a s s d i e g e n a n n t e n F a s e r m a s s e n, w e n i g s t e n s e i n e m g r o s s e n T h e i l e n a c h, n i c h t i n d i e M a r k m a s s e d e r H e m i s p h ä r e n ü b e r g e h e n, s o n d e r n i n d i e s e n G a n g l i e n e n d e n, weil einerseits die meisten ihrer Fasern von dem anfänglichen Durchmesser von 0,0012 — 0,004‴ bis zu den geringsten unter 0,001‴ befindlichen herabsinken und andrerseits an der der Markmasse zugewendeten Seite der Sehhügel von einem solchen Uebergange nichts sich findet. Auszunehmen ist jedoch der oberflächliche weisse Beleg der fraglichen Ganglien, der immerhin eine Beziehung derselben zu den Hemisphären vermitteln könnte, indem die Fasern desselben von 0,001 — 0,003‴, selbst darüber, bündelweise gelagert und in verschiedenen Richtungen wagerecht sich kreuzend, nicht in denselben zu enden scheinen. Wie diese Punkte ist auch das Verhalten des Sehnerven zum Vier- und Sehhügel, und dasjenige des *Fornix* zu dem letzteren nicht ganz klar, so dass es als sehr erfreulich erscheint, dass wenigstens eine andere Hauptfrage sich ziemlich sicher beantworten lässt. Untersucht man den äus-

seren Theil der Sehhügel, so findet man, dass derselbe an eine bedeutende Masse weisser Substanz anstösst, die auf den ersten Blick als Fortsetzung der Basis der Hirnstiele unten und aussen am Sehhügel, zwischen Linsenkern und geschwänztem Kern des Streifenhügels hindurch, geraden Weges in das Mark der Hemisphären eingeht. Bei näherer Besichtigung ergibt sich, dass diese weisse Substanz zum Theil, wie schon oben angegeben wurde, in den Streifenhügel, namentlich in den Linsenkern eingeht, zum Theil von aussen nach innen aus der Hemisphäre in den Sehhügel ausstrahlt. Es treten nämlich von ihr aus, schon vom blossen Auge sichtbare, sehr zahlreiche weisse Bündel in der ganzen Höhe der *Thalami* in diese ein, verlaufen nach der oberen Fläche, dem oberen inneren Rande und gegen das *Pulvinar* zu und verlieren sich schliesslich gerade ebenso, wie die aus dem Hirnstiele in das *Corpus striatum* sich fortsetzenden Fasern, d. h. es lösen sich diese Bündel, die anfänglich Elemente von 0,0012—0,0025‴ führen, zuletzt in äusserst dichte Verflechtungen der allerfeinsten Fasern von 0,0004—0,0008‴ auf, deren wirkliche Endigungen nicht zu verfolgen sind.

Ich berühre noch den Bau einiger mit den beschriebenen Ganglien in Zusammenhang stehenden Gebilde. Die *Substantia nigra* der Hirnstiele enthält ganz ähnliche gefärbte Zellen, wie die *Substantia ferruginea*, nur meist etwas kleiner und mit weniger Fortsätzen, umgeben von Nervenfasern der allerfeinsten und stärkerer Art. Die *Commissura mollis* führt kleinere Zellen mit 1, 2, 3 und mehr Fortsätzen und leicht gefärbtem Inhalte, daneben sehr viele netzförmig angeordnete, senkrecht und wagerecht verlaufende feine Fasern von 0,0012—0,0016‴, mit noch feineren unter 0,001‴ und einzelnen stärkeren bis 0,004‴. Die *Glandula pinealis* enthält blasse rundliche Zellen ohne alle Fortsätze, ferner multipolare Nervenzellen und spindelförmige Zellen mit Ausläufern (*Förster*), spärliche Nervenfasern von 0,001—0,002‴, ausserdem meist viel Hirnsand (siehe §. 124). Die Stiele derselben, ihre Ausläufer nach vorn und die *Commissura posterior* führen Röhren von 0,001—0,003‴, zum Theil auch von den allerfeinsten Fasern. Der Boden des dritten Ventrikels zeigt unmittelbar unter und hinter der vorderen Commissur ganz grosse und kleinere farblose Zellen mit 1—4 zum Theil sehr starken Fortsätzen. Dieselben liegen in grosser Zahl in reichen Plexus feiner Röhren von 0,0004—0,0012‴ und finden sich, wenn auch nicht in der angegebenen Grösse, doch sonst ganz ähnlich auch im *Corpus mammillare* ebenfalls mit den zahlreichsten feinsten Fasern gemengt und noch kleiner, von 0,008—0,012‴, meist nur mit zwei Fortsätzen im *Tuber cinereum*. Die *Hypophysis cerebri* enthält in ihrem vorderen röthlichen Lappen, der vielleicht in der Wand der von mir auch bei menschlichen sehr jungen Embryonen nachgewiesenen Ausstülpung der Schlundschleimhaut sich entwickelt (Entwicklgesch. Fig. 150, 162), keine Nervenelemente, vielmehr nach *Ecker* (Art. »Blutgefässdrüsen« in Wagn. Handw.) die Elemente einer Blutgefässdrüse, d. h. ein Bindewebsstroma mit sehr gedrängten und weiten Blutgefässen (*Ecker* l. i. c.), in dessen Maschen 0,030—0,090 ^{mm} grosse Blasen (Zellen?) liegen, die bald nur Kerne und eine feinkörnige Masse, bald deutliche Zellen, bei älteren Leuten auch colloidähnliche Massen enthalten. Der hintere kleinere Lappen besteht aus einer feinkörnigen Masse mit rundlichen und mit Fortsätzen versehenen Zellen (*Luschka*), und Blutgefässen und be-

sitzt auch feine varicöse Nervenröhren, die wie die Gefässe vom Trichter herabgelangen, der noch eine von Flimmerepithel ausgekleidete Höhlung besitzt und mit diesem Lappen selbst, der beim Embryo auch hohl ist, das eigentliche vordere Ende des centralen Nervensystemes darstellt.

Ich halte den Nachweis, dass die Fasern der Hirnstiele in den Ganglien des Gehirns enden und dass die weisse Masse der Hemisphären aus eigenthümlichen Röhren besteht, die von den Windungen aus bis in die Ganglien und vielleicht bis zur *Medulla oblongata* sich erstrecken, ohne mit denen der Hirnstiele zusammenzuhängen, für eines der wichtigsten Ergebnisse, zu denen ich bei meinen Untersuchungen über das centrale Nervensystem gelangt bin, indem hierdurch die schon lange vermuthete Trennung der animalen und psychischen Sphäre des centralen Nervensystems zum ersten Male anatomisch nachgewiesen und erklärt ist, warum die weisse Masse der Hemisphären gereizt weder Schmerzen noch Bewegungen veranlasst. — Ich freue mich, dass in der neueren Zeit *R. Wagner* diese meine Erfahrungen bestätigt gefunden hat (l. c. p. 43). Auch er nimmt wie ich an, dass die Fasern der Hirnstiele von den Nervenzellen der Seh- und Streifenhügel entspringen und die der Hemisphären von den Zellen der grauen Rinde und zugleich zum Theil von denen der Ganglien, scheint jedoch diesen Zusammenhang ebenfalls nicht direct gesehen zu haben, was auch meiner Meinung nach fast unmöglich ist.

§. 123.

Hemisphären des grossen Gehirns. Die weisse Substanz der Halbkugeln des grossen Hirns besteht, abgesehen von der Bindesubstanz, durchweg aus Nervenröhren von 0,0012 — 0,003''', im Mittel 0,002''' ohne irgend welche Beimengung von grauer Substanz. Diese Fasern, über deren Verlauf wir im Einzelnen noch äusserst wenig wissen, verlaufen nie in Netzen oder Bündeln, sondern alle einander gleich und meist auch gerade und gehen unzweifelhaft vom Balken und den Ganglien des grossen Hirnes aus bis zur oberflächlichen grauen Substanz, wobei es unausgemacht bleiben muss, ob dieselben in ihrem Vorschreiten sich theilen oder nicht. Ausser diesen Fasern enthalten aber die Hemisphären, auch abgesehen von der *Commissura anterior*, vom Gewölbe und dem Ursprunge des *Opticus*, noch andere, die unter einem rechten Winkel mit denselben sich kreuzen. Ich fand dieselben einmal an der äusseren Seite der Streifenhügel, wo sie zum Theil zu den Fasern gehörten, die aus den Hemisphären in den Streifenhügel eintreten und in ihm enden, vielleicht auch zum Theil zu der Ausstrahlung des Balkens in den Unterlappen, und zweitens in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, unfern der grauen Belegungsmasse, wo dieselben in nicht unbeträchtlicher Zahl und zum Theil auch schief verlaufend vorkommen und in Bezug auf ihre Herkunft sich nicht ergründen liessen (*Laminae arcuatae, Arnold; Fibrae arcuatae, Förg*). Ob ausser diesen Faserzügen noch andere und welche sich finden, muss die Zukunft lehren.

Die graue Substanz der Windungen liegt in Betreff ihres feineren Baues ziemlich offen da (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 2). Man unterscheidet an derselben am passendsten drei Lagen, eine äussere weisse, eine mittlere reingraue und eine innere gelblich-röthliche. Die letztere, welche an Dicke den beiden andern meist gleichkommt, hat gewöhnlich an ihrer äussersten Grenze einen helleren, oft fast weissen Streifen und hie und da weiter innen eine zweite schmälere und minder weisse Lage, so dass dann vier oder selbst folgende sechs Lagen da sind: 1) gelbröthliche Lage,

innerer Theil, 2) erster weisser Streifen, 3) gelbröthliche Lage, äusserer Theil, 4) zweiter weisser Streifen, 5) graue Schicht, 6) oberflächliche weisse Lage. Die graue Substanz enthält in ihrer ganzen Dicke sowohl Nervenzellen als Nervenfasern und ausserdem noch die schon besprochene (§. 118) scheinbar körnige Bindesubstanz mit Kernen, gerade wie die des kleinen Gehirns. Die Nervenzellen sind nicht leicht zu erforschen, ausser in Chromsäurepräparaten und stimmen in allen drei Lagen insofern überein, als sie weitaus die meisten 1—6 Fortsätze besitzen, die vielfach sich verästeln und schliesslich in äusserst feine blasse Fäserchen von circa 0,0004''' auslaufen, weichen jedoch in Bezug auf Grösse, Menge u. s. w. in einigen Beziehungen ab. In der oberflächlichen weissen Schicht sind die Zellen spärlich, klein (von 0,004—0,008''') mit 1—2 Fortsätzen und gehören wohl grösstentheils der Bindesubstanz an. — Die mittlere oder reingraue Schicht ist am reichsten an Zellen und stehen dieselben hier gehäuft, eine nahe an der andern. Ihre Grösse ist von 0,004 bis zu 0,016 und 0,02''' (Fig. 175) und was ihre Gestalt anlangt, so ist dieselbe birn- oder spindelförmig, drei- oder vieleckig, auch wohl mehr rundlich; die Fortsätze sind bei weitaus den meisten Zellen zu 1—6, gewöhnlich zu 3, 4 oder 5 vorhanden und wo diess nicht der Fall ist, möchten dieselben durch die Zubereitung abgerissen sein, da Verstümmelungen der im Ganzen sehr zarten Zellen äusserst leicht sich ereignen. In der innersten, gelbröthlichen Lage endlich sind die Zellen wieder etwas spärlicher, doch immer noch recht häufig, sonst eben so beschaffen, wie in der grauen Substanz, haben einen bald blassen, bald gefärbten Inhalt, letzteres besonders in den inneren Schichten und bei alten Leuten.

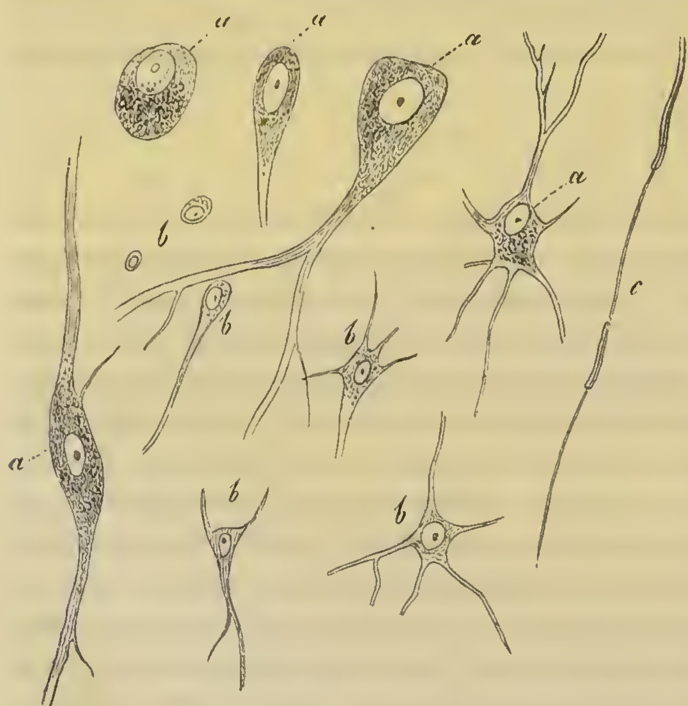


Fig. 175.

Die Nervenröhren der grauen Substanz der Windungen stammen, wie leicht nachzuweisen ist, aus der Marksubstanz der Hemisphären und dringen, Bündel an Bündel, geraden Weges und alle einander gleichlaufend in die gelbröthliche Schicht ein. Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, besonders aber der Oberfläche gleichlaufend und daher mit den Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht. Häufen sich diese wagerecht verlaufenden Fasern stärker an, so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Streifen in dieser

Fig. 175. Aus den inneren Theilen der grauen Schicht der Windungen des Menschenhirns, 350mal vergr. Nervenzellen, *a.* grössere, *b.* kleinere z. Th. der Bindesubstanz angehörend, *c.* Nervenfaser mit Axencylinder.

Schicht, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung der Elemente immer dünner, bis sie, an der grauen Schicht angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Verfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Umrissen auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen Umrisse nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlaufe durch dieselbe hindurch, um in der äusseren weissen Schicht wagerecht weiter zu verlaufen. In dieser finden sich nämlich eine bedeutende Zahl feinerer, feinster und allerfeinster Röhren (Fig. 176) in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzend und in mehreren Lagen übereinander, deren Hauptquelle offenbar die aus der grauröthlichen Schicht abstammenden Röhren sind, vielleicht auch, wie *Remak* annimmt, an der Hirnbasis das Knie des Balkens. Wie diese Fasern zu den Zellen in der weissen Schicht sich verhalten, ist zweifelhaft, so viel ist jedoch sicher, dass manche derselben in die grauröthliche Substanz, von der sie herkommen, wieder zurückbiegen, mit anderen Worten, **Schlingen** bilden, die *Valentin* zuerst beschrieben und ich an mit Natron behandelten Chromsäurepräparaten sehr häufig und bestimmt gesehen habe. Ebenso sah ich auch in der grauröthlichen Substanz einzelne Schlingen mit nahe beisammenliegenden Schenkeln und ebenfalls der Oberfläche des Gehirns zugewendeten Bogen derselben, die ich natürlich ebensowenig wie die vorhin erwähnten für Endigungen von Fasern halte. — Die Bündel der grauröthlichen Substanz enthalten anfangs Röhren von 0,0012—0,003''', die sich aber schliesslich fast alle zu 0,001''' verschmälern und in der grauen Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von 0,0004—0,0008''' annehmen. Die innerhalb der grauröthlichen Schicht von diesen Bündeln abgehenden Fasern sind zum Theil von derselben Stärke, wie in den Bündeln, so namentlich die des stärkeren weissen Streifens, zum Theil feiner. Stärker bis zu 0,003''' sind auch in der Regel die aus den Bündeln in die oberflächliche weisse Substanz übergehenden Fasern, von denen viele Schlingen bilden, doch finden sich neben diesen auch von den feinsten Fäserchen von 0,0004''' in dieser Schicht. — Einen Zusammenhang der Nervenzellen und Nervenröhren fand ich auch

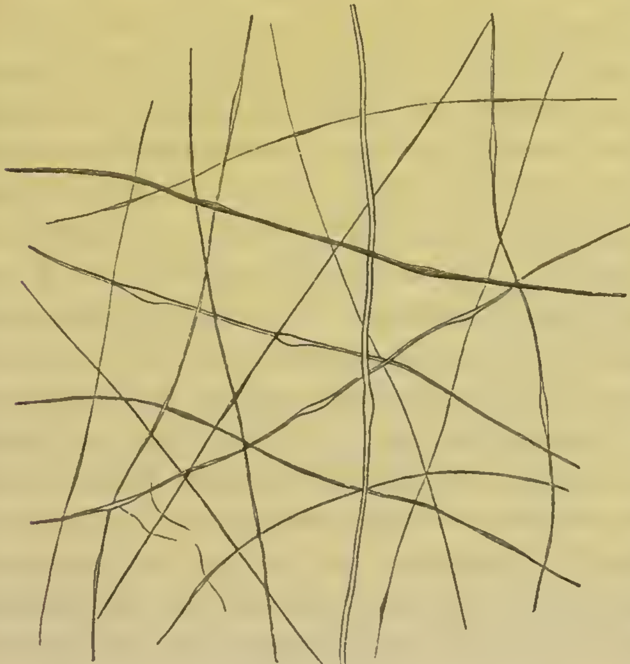

Fig. 176.

Fig. 176. Feinste Nervenröhren der oberflächlichen weissen Substanz des Hirns des Menschen, 350mal vergr.

in der Rinde des grossen Hirnes trotz alles Suchens nicht, doch wurde mir das Vorkommen eines solchen nirgends so wahrscheinlich wie hier, wo die Nervenfasern besonders in der reingrauen Schicht fast täuschend das Ansehen der Fortsätze der Zellen annehmen und wo sie auf jeden Fall enden. Es gibt hier eine Unmasse von Nervenröhren, die so fein und blass sind, dass man sie kaum zu denselben zählen würde, wenn sie nicht gerader verliefen, als die Fortsätze und nicht einzelne spärliche, namentlich bei Natronzusatz hervortretende zarte Varicositäten besässen. Wenn irgendwo in den Centralorganen, so kommt hier ein Nervenröhrenursprung vor, doch wird es auch begreiflich, dass derselbe sich noch nicht beobachten liess, wenn man die Zartheit der Gebilde, um die es hier sich handelt, kennt.

Der Balken, *Corpus callosum*, enthält an den vordern Theilen des Stammes über dem *Septum pellucidum*, dem *Fornix* und dem Streifenhügel, mattgraue, in weisse Substanz eingestreute Streifen, in denen das Mikroskop keine Zellen, sondern nur Kerne von 0,003—0,004‴ mitten unter vielen Nervenröhren aufdeckt, wie sie auch in der übrigen weissen Substanz im bindegewebigen *Reticulum*, nur minder zahlreich, sich finden. Ausserdem sah *Valentin* (Nervenl. p. 244) bisweilen an der Oberfläche des Balkens zwischen der *Raphe* und den *Striae obtectae* einen zarten grauen Anflug mit hellen Nervenzellen, der mit der *Fasciola cinerea*, die in die *Fascia dentata* des *Pes hippocampi major* sich fortsetzt (siehe *Arnold* Bemerk. p. 87) identisch zu sein scheint; sonst ist der Balken rein markig mit gleichlaufenden Fasern von ganz demselben Ansehen und Durchmesser wie die der Markmasse der Hemisphären. Ebenso verhält sich auch die *Commissura anterior* und der *Fornix*, der jedoch sehr mannichfach mit grauer Substanz in Berührung kommt, wie im Sehhügel, aus dessen *Tuberculum anterius* seine *Radix descendens* hervorkommt, im *Corpus mammillare* (siehe oben S. 328), am Anfang der *Radix ascendens*, am Boden des 3. Ventrikels, gegen den einige zarte Bündel der *Radix ascendens* auslaufen, und an seiner Verbindungsstelle mit dem *Septum pellucidum*, das neben einem gewöhnlichen, dicken, viel Bindesubstanz und *Corpuscula amylacea* (siehe §. 124) zeigenden Ueberzuge viele Netze feinster Nervenfasern und Nervenzellen, gerade wie das *Tuber cinereum*, zeigt. Die Fasern des *Fornix* messen, wo er weiss ist, 0,0008—0,005‴, meist 0,002—0,003‴; im Sehhügel (im oberen Theile) und im *Corpus mammillare* sind dieselben nur von der feinsten Art von 0,0004—0,001‴. Das Ammonshorn und die Vogelsklaue verhalten sich fast wie Windungen der Hemisphären, doch findet sich in der grauen Substanz des ersteren ein besonderer Streifen, der vorzüglich runde Zellen, eine dicht an die andere gedrängt, enthält, die neulich auch *Kupffer* vom Kaninchen beschreibt und die ich zur Bindesubstanz zähle und mit denen der rostfarbenen Lage des *Cerebellum* vergleiche.

Von dem Ursprunge und dem genaueren Verhalten der zwei ersten Nervenpaare wird später bei den betreffenden Sinnesorganen die Rede sein.

Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn anlangend, so hat es mir beim Menschen bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch ist meiner Meinung nach nicht im geringsten daran zu zweifeln, dass hier an vielen Orten Nervenfaserursprünge sich finden, in der That wollen *R. Wagner* und *Leuckart* beim Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der

Substantia ferruginea in breite Nervenröhren gesehen haben (Gött. Anz. 1850. Nr. 13: s. *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XIV. Fig. III), ebenso Prof. *Domrich*, wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des *Cerebellum*, was auch neuerdings *Walther* angibt. Dann hat *R. Wagner* (Gött. Nachr. Oct. 1851) auch in den elektrischen Lappen der Zitterrochen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht verästelte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. *R. Wagner* stellt diesen Uebergang auch jetzt wie früher, so dar, dass er sagt, die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm *Leydig*, der denselben Uebergang im *Cerebellum* des Hammerhaies sah, beistimmt, ebenso *Stannius* für *Petromyzon*. Mir will es immer noch nicht recht einleuchten, dass hier ein anderes Verhältniss sich finden soll als in den Ganglien, wo die Fortsätze der Ganglienkugeln nicht einfach Axencylinder sind, sondern auch eine Hülle besitzen, die, aussen am Nervenmarke gelegen, in die Scheide der dunkelrandigen Röhre sich fortsetzt, doch will ich, weil überhaupt die Anwesenheit von Hüllen an den Nervenkörpern der Centralorgane und ihrer Fortsätze und an den feinen centralen Fasern noch streitig ist, gern zugeben, dass die Sache auch anders sich verhalten kann. Auf keinen Fall möchte aber der Uebergang in der Weise sich machen, wie es von *Wagner* in seinen meisten Bildern (*Ecker*, *Icon.* Tab. XIV) dargestellt ist, wogegen ich die Zeichnung von *Leydig* (*Plagiost.* I. Fig. 8) für eine ganz richtige halte, mit der auch eine von *Wagner* (l. c. Fig. VII. *B*, *e*) übereinstimmt. Später scheinen *Wagner* in Betreff dieser Beobachtungen Zweifel gekommen zu sein, wenigstens sagt er (Neurol. Unt. p. 162. Anm.), dass Fälle, wie die erwähnten, wo die Zellenfortsätze in breite Primitivfasern übergehen, zu den allerseltensten gehören und in der Regel nur die allerfeinsten Fibrillen in Ganglienzellenfortsätze übergehen. Es ist wohl zuerst von mir nachgewiesen worden (Mikr. Anat. II), dass da, wo im Gehirn Nervenursprünge vermuthet werden dürfen, wie in der Rinde von *Cerebellum* und *Cerebrum*, im Streifen- und Sehhügel, die dunkelrandigen Nervenröhren in die feinsten blassen Fäserchen auslaufen, die mit den ebenfalls ins Feinste sich verästelnden Zellenfortsätzen fast ganz übereinstimmen, und habe ich schon lange betont, dass, wenn Nervenursprünge vorkommen, sie nur zwischen solchen feinen Fäserchen sich machen. Bei solchen Verhältnissen gehört, wie leicht begreiflich, der Nachweis des Ursprunges einer dunkelrandigen Röhre von einer Nervenzelle zu den schwierigsten Aufgaben und glaube ich nicht, dass Jemand sich rühmen darf, einen solchen Ursprung wirklich gesehen zu haben. Ich will übrigens die Möglichkeit des unmittelbaren Entspringens gröberer Fasern von Zellen nicht läugnen und ist es leicht möglich, dass, wie im Marke und im Gehirne von Fischen, so etwas auch beim Menschen, wenigstens in der *Med. oblongata* und im *Pons* sich findet. Was die Schlingen anlangt, die ich im Streifenhügel und in der Rinde des Gehirns fand, so sind dieselben kaum Endigungen von Fasern, sondern einfach Umbiegungen, deren Bedeutung freilich im Dunkeln ist. Mehrere Forscher haben Theilungen der Nervenröhren in den Centralorganen gesehen, so von Aelteren *Ehrenberg*, *Volkmann*, *E. H. Weber* und neuerdings auch *Hessling* (*Fror.* Notizen. Apr. 1849, Jenaische Ann. I. S. 283), *E. Harless* (Ibid. p. 284) und *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. IX) im Gehirne verschiedener Wirbelthiere, besonders an der Grenze weisser und grauer Substanz. Ich will namentlich die letzteren Angaben nicht bezweifeln, kann jedoch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich im Gehirne des Menschen bisher vergeblich nach Theilungen forschte und viele Hunderte von Fasern aus der grauen Substanz unter den günstigsten Verhältnissen vor mir hatte, die nichts von solchen darboten, dagegen fand ich allerdings im Rückenmarke, obschon sehr selten, Theilungen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. p. 429). — Die vielstrahligen Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen, die, wie ich mit *Wagner* annehmen muss, im Gehirne und Marke allein vorkommen, sind in ihrem Verhalten noch nicht ganz erkannt. Ich habe ihre Fortsätze, wie allgemein zugegeben wird, mit Recht als eine Art blasser, markloser Nervenröhren bezeichnet und dieselben zum Theil bis auf $1/5$ und $1/4'''$ dargestellt, ohne, mit Ausnahme des *Cerebellum*, wo sie bis an die Oberfläche sich zu erstrecken scheinen, über ihre Endigung mehr finden zu können, als dass sie schliesslich eine ungemeine Feinheit annehmen. *R. Wagner* nimmt an, dass diejenigen unter diesen Ausläufern, welche nicht in dunkelrandige Nervenröhren übergehen, dazu dienen, die einzelnen Nervenzellen untereinander in Verbindung zu setzen und gibt an, er habe wirklich solche Vereinigungen im Marke, in der *Ala cinerea*, im *Locus coeruleus*,

in der *Subst. nigra* des Menschen gesehen. Ich bezweifle diese Angaben nicht im Geringsten, nur wird jeder unbefangene Forscher gestehen müssen, dass diese Thatsachen noch viel zu spärlich sind, als dass man es wagen dürfte, anzunehmen, dass alle Nervenzellen anastomosiren und dass freie Ausläufer derselben überhaupt nicht vorkommen. Wenn diese Ausläufer, wie ich es behaupte, blasse Nervenfasern sind, so steht ja doch *a priori* der Annahme gar nichts im Wege, dass dieselben nach Bildung zahlreicher Verästelungen frei enden und auf andere Nervenmassen einwirken, da wir ja wissen, dass Nervenfasern auch andere Theile (Muskeln, Drüsen) beeinflussen, ohne mit denselben in unmittelbarer Verbindung zu sein. In der That scheint nun auch *Wagner* seinen neuesten Mittheilungen zufolge von seinem Glauben an eine Verbindung aller und jeder Zellenausläufer untereinander zurückgekommen zu sein.

Sehr wichtig scheint für die Erforschung des Faserverlaufes im centralen Nervensysteme die Entdeckung *Türck's* (Sitz. der Wien. Akad. 1851. März, Juni 1853) werden zu wollen, dass nämlich bei Erkrankungen im Gehirne oder Marke bestimmte Faserzüge entarten und namentlich Körnchenzellen in sich entwickeln, und möchte ich für solche Fälle die Untersuchung von Chromsäurepräparaten empfehlen.

Wie die Erfahrungen jetzt liegen, ist jede Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Gehirne sicherlich verfrüht und kann es der Wissenschaft nur schaden, wenn man in dieser Beziehung zu weit geht. Alles, was ich aufzustellen mir erlaube, ist folgendes: 1) die Fasern der Markmasse der Hemisphären, die man zum Stabkranz zählt, entspringen von den Zellen der Rinde und enden im Sehhügel, und wahrscheinlich auch im Vierhügel, *Pons* und der *Medulla oblongata*, wahrscheinlich an den Zellen dieser Gegenden; 2) der Streifenhügel erhält auch, jedoch weniger Fasern als der Sehhügel aus den Hemisphären und haben sich bisher keine Endigungen derselben nachweisen lassen; 3) die Balkenfasern sind wahrscheinlich Commissurenfasern für die Nervenzellen der Rinde beider Seiten; 4) die *Fibrae arcuatae* der *Gyri* sind vielleicht Commissuren für die Zellen benachbarter Windungen. — Diess zusammengehalten mit dem von mir gegebenen Nachweise der Endigung einer grossen Zahl der Fasern der Hirnstiele im Seh- und Streifenhügel gibt wenigstens einen Rahmen ab, mit dem die Physiologie doch Einiges machen kann und der hoffentlich immer mehr sich vervollständigen wird.

§. 124.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems. *A.* Hüllen. 1) Rückenmark. Die *Dura mater s. Meninx fibrosa* ist eine weissliche, hie und da Sehnenglanz besitzende, feste, ziemlich elastische Membran, die fast zu gleichen Theilen aus gleich und meist der Länge nach verlaufenden Bindegewebsbündeln und aus feineren elastischen Fasernetzen besteht. Die äussere Fläche der *Dura mater* ist vorn, wo die Haut regelrecht mindestens einmal dünner ist als hinten, ziemlich innig mit der *Fascia longitudinalis posterior* der Wirbelsäule vereint, hinten und seitlich frei und durch einen Zwischenraum von den Wirbelbogen und ihrem Perioste geschieden, in welchem ein lockeres Bindegewebe mit netzförmig verbundenen Bündeln von kaum mehr als 0,004—0,005''' (netzförmiges Bindegewebe), seltener mit elastischen Fäserchen (umspinnenden und der Länge nach verlaufenden) und runden, spindelförmigen und sternförmigen Bindegewebskörperchen, ferner grössere oder kleinere Klümpchen eines häufig gallertartigen durchscheinenden Fettes mit serumhaltigen Zellen sich befinden. Die Gefässe dieses Raumes sind theils die bekannten *Plexus venosi*, theils feinere Gefässe und selbst Netze feinster Capillaren in dem lockern Bindegewebe selbst. — Die Innenfläche der *Dura mater* soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der *Arachnoidea* überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein

Epithelium von vieleckigen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einer besonderen Unterlage derselben keine Spur. Das *Ligamentum denticulatum* hat kein Epithel und wie der verdickte Streifen der *Pia mater*, an den dasselbe sich ansetzt, ganz denselben Bau wie die *Dura mater*.

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea medullae spinalis*, besteht nicht aus einer äusseren, mit der *Dura* vereinten und mit einer inneren freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem innern Blatte der Autoren entsprechenden Schicht. Dieselbe ist eine äusserst zarte durchscheinende Haut, welche in ihrem Verlaufe ganz der harten Haut folgt und so weit wie diese sich erstreckt. Ihre äussere Fläche steht an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unten durch zartere Fäserchen mit der *Dura* in Verbindung, sonst ist dieselbe vollkommen glatt und glänzend, welche Eigenschaft von einem dem der *Dura* ganz gleichen Epithelium herrührt, und liegt der harten Haut einfach an, etwa wie die Lungenpleura der Rippenpleura. Die innere Fläche der *Arachnoidea* ist ebenfalls glatt, jedoch ohne Epithel; sie wird durch einen grossen Zwischenraum, den Unterarachnoidealraum, von dem Marke und der *Cauda equina* getrennt, sendet jedoch zahlreiche Streifen an die *Pia mater* und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleite der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da, besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden. Bezüglich auf den feineren Bau, enthält die *Arachnoidea* vorzüglich netzförmig verbundene Bindegewebsbündel von 0,001 — 0,004‴, welche zu einigen Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln verbunden und gewöhnlich von feinen elastischen Fasern so umsponnen sind, dass sie, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen (Fig. 35). An vielen Bündeln sind diese Fasern fein oder fehlen, an andern kommen neben ihnen auch im Innern der Bündel elastische Fasern vor.

Die Gefässhaut, *Pia mater*, umschliesst das Rückenmark und das *Ependyma* des *Filum terminale* ganz eng, tritt einerseits an der vordern und an der hintern Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein, und gibt andererseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Dieselbe enthält meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden Fasern, seltener zusammenhängende Bündel, daneben ziemlich viele Kerne oft von linienförmiger Gestalt und spärliche elastische Fäserchen. Hie und da finden sich in der *Pia* goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 0,04—0,05‴ Länge, die am Halstheile derselben durch ihre grössere Menge nicht selten eine braune, selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken.

2) Gehirn. Die Hüllen des Hirnes stimmen zwar im Allgemeinen mit denen des Markes überein, zeigen aber doch einige Verschiedenheiten. Die *Dura mater*, die hier aus der eigentlichen harten Haut und dem Perioste der Innenfläche der Schädelknochen besteht, welche als unmittelbare Fortsetzung der entsprechenden Häute des Rückgratkanals in der Höhe des *Atlas* mit einander verschmelzen, ist im Allgemeinen dicker, auch weisslicher als am Marke. Ihre äussere oder Periostlamelle ist weissgelblich von Farbe und rauh,

sitzt den Knochen mehr oder weniger fest an, trägt die grösseren *Vasa meningea* und ist auch sonst reicher an Gefässen als die innere eigentliche harte Haut, mit der sie in früherer Zeit nur locker verbunden ist, und von der sie mit Ausnahme der Stellen, die die *Sinus* enthalten, auch beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise sich trennen lässt. Die innere Lamelle ist gefässärmer, weisser, an vielen Stellen mit Sehnenglanz und an ihrer inneren Fläche ganz glatt und meist auch eben. Als Verlängerungen dieser inneren Lamelle erscheinen die Fortsätze der harten Haut, die kleine und grosse Sichel und das Kleinhirnzelt, und zwischen beiden Blättern sitzen mit wenigen Ausnahmen die Blutleiter der harten Haut. — Beide Blätter enthalten Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlaufe der Fibrillen, welche entweder auf grosse Strecken ganz gleichmässig dahinziehen oder, wie besonders an den *Sinus,* kleinere, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, sehnige Streifen darstellen und ziemlich viel feine elastische Fasern zwischen sich enthalten. Die Innenfläche der *Dura mater* besitzt eine nach *Henle* mehrfache, nach *Luschka* doppelte Lage von pflasterförmigen Epitheliumzellen von 0,005—0,006''' Grösse mit rundlichen oder länglichen Kernen von 0,002—0,004''', dagegen keine andere Bekleidung, die als wandständiges Blatt der *Arachnoidea* zu deuten wäre (vergl. *Luschka*, Seröse Häute, p. 64).

Die *Arachnoidea* des Gehirns weicht weniger durch ihren Bau als durch ihren Verlauf von derjenigen des Markes ab. Zwar findet sich auch hier nur eine einzige als Spinnwebenhaut darstellbare Lamelle, welche dem sogenannten visceralen Blatte der *Arachnoidea* der Autoren entspricht und liegt dieselbe ebenfalls der Innenfläche der *Dura mater* ganz dicht an, allein die *Arachnoidea* tritt hier in eine viel innigere Beziehung zur *Pia mater.* Statt nämlich, wie am Marke, nur durch einzelne Fasern und Blätter mit dieser vereint zu sein, ist sie am Gehirne an sehr vielen Orten, nämlich an allen *Gyri* und an den hervorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit derselben verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo diess nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint. Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirne kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil verbundene Räume. Die grösseren derselben zwischen dem *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* und unter dem *Pons,* den Hirnstielen, der *Fossa Sylvii* u. s. w., gehen, wenigstens die ersteren, wie *Virchow* und ich finden, unmittelbar in den Arachnoidealraum am Rückenmarke über, während die kleineren, entsprechend den *Sulci,* über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübersetzt, zum Theil wohl unter einander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen, wie diess von *Luschka* behauptet wird. Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich, wie schon *Henle* richtig angibt, die *Arachnoidea* nirgends. Ihr Bau ist wie beim Rückenmarke, nur sind die anastomosirenden Bündel und umspinnenden elastischen Fasern meist stärker, bis 0,01, selbst 0,02''', und haben die erstern oft wie besondere mehr gleichartige Bindegewebshüllen, unter denen manchmal Fett- und Pigmentkörnchen abgelagert sind. — An der äussern Fläche sitzt ein Epithel, dem der *Dura mater* ganz gleich.

Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Mar-

kes und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirns, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus*, dem freien Rande der *Vela medullaria inferiora* und den *Flocculi* als *Tela choroidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des *Vermis inferior* und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitze des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela choroidea superior* mit dem *Plexus choroideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen. Mit Bezug auf die feineren Verhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirns so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmarke deutlich faserig, meist mehr gleichartig, *Reichert*'schen Membranen oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Bindesubstanzzellen und ohne elastische Fasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmige Bindegewebsbündel, wie um die *Vena Galeni*, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum*. Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier wie am Marke, namentlich an der *Medulla oblongata*, und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae choroideae* und *Plexus choroidei*, weichen in ihrem Baue von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie, namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epithelium besitzen. Dieses letztere besteht aus einer einfachen Lage rundlich vieleckiger Zellen von 0,008 — 0,01‴ Durchmesser und 0,003—0,004‴ Dicke, welche neben dem rundlichen Kerne gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle Fetttropfen von 0,001—0,002‴ Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln, und nach *Valentin* (Physiol. 2. Aufl. 2. Th. S. 22) tragen dieselben bei Säugethieren (und beim Menschen?) auch Flimmerhaare, die von *Stannius*, *Luschka* und mir, wenigstens bei Embryonen, gesehen wurden. Unter dem Epithelium folgt eine dünne Lage gleichartig aussehenden Bindegewebes und dann ein sehr dichter Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des vierten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des dritten Ventrikels, *Ventriculus septi pellucidi* und seine Fortsetzung unter dem Balken nach rückwärts (6. Ventrikel von *Strambio*), die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, der Kanal im

Marke und bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben und dem hintern Lappen der *Hypophysis* haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 177). Dasselbe ist ein einfaches Pflasterepithelium, stellenweise, wie im *Aquaeductus Sylvii* (*Gerlach*) und vielleicht noch an andern Orten, ein Cylinderepithel, das nach *Purkyně* und *Valentin* (*Müll.* Arch. 1836; *Val.* Repert. 1836, p. 156) flimmert, was wir hier (Würzb. Verh. V) an einem Hingerichteten wenigstens für das hintere Ende der Rautengrube, ich neulich auch für den Seitenventrikel, und *Luschka* für alle Hirnhöhlen von Neugebornen und hie und da auch für den Erwachsenen bestätigen konnten, ebenso *Gerlach* für den *Aquaeductus Sylvii* in allen Altern. Bei ganz regelrechten Verhältnissen sitzt das Epithel wenigstens an vielen Orten so zu sagen unmittelbar der Nervensubstanz auf, doch entwickelt sich so häufig, namentlich am *Fornix*, der *Stria cornea*, dem *Septum pellucidum*, unter demselben eine streifige Schicht Bindesubstanz von 0,01—0,05''' Mächtigkeit, dass man mit *Virchow* dieses Vorkommen in einem gewissen Alter fast als beständig bestätigen kann. *Gerlach* fand die fragliche Schicht am *Aquaeductus* schon bei Kindern und sah in derselben auch sternförmige Zellen wie Bindegewebskörperchen, mit denen die Epithelzellen durch lange Ausläufer sich verbanden (l. i. c. Tab. VI). — Das Epithelium zeigt im dritten Ventrikel grosse Zellen von 0,008—0,012''' mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 0,003''' grossen Kerne; in den Seitenventrikeln sind die Zellen nur 0,005—0,007''' gross, aber fast eben so dick als breit, mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen. — Die Oeffnung, durch welche *Luschka*, wie *Magendie*, den vierten Ventrikel mit dem Subarachnoidealraume zusammenhängen lässt, halte ich nicht für natürlich.

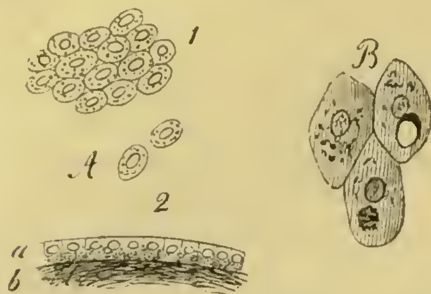


Fig. 177.

Die Gefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr verschieden. Von Blutgefässen findet sich einmal in der *Dura mater* des Markes, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelkanals die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor Allem ihre äussere, einem *Perioste* entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgibt, die *Arteriae meningeae* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der Venensinus, einfacher, in ihr ausgegrabener, von einem Epithel bekleideter Bluträume, von denen die meisten offenbar zwischen der Peri-

Fig. 177. *Ependyma* des Menschen. *A.* Vom *Corpus striatum.* 1. Von der Fläche, 2. von der Seite, *a.* Epithelzellen, *b.* Nervenfasern, die darunter liegen. *B.* Epithelzellen von der *Commissura mollis.* 350mal vergr.

ostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen, und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Marke noch am Gehirne eigene Gefässe (cf. *Luschka* l. c. p. 71), wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Capillarnetze führt. In gewissen Theilen der *Pia*, nämlich in den Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der Gefässe in der Haut selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belange. — Lymphgefässe wollen von Neueren *Fohmann* und *Arnold* (siehe Anat. II. p. 618) sowohl in der *Pia mater* der Oberfläche des grossen und kleinen Hirns als auch in den *Plexus choroidei* mit Luft und Quecksilber eingespritzt haben, eine Beobachtung, die mir gar sehr der Bestätigung zu bedürfen scheint. Eigenthümliche Röhrchen von unmessbarer Feinheit bis zu 0,006^{mm} fand *Luschka* im *Ependyma*, von denen er frägt, ob sie vielleicht Lymphgefässe waren (*Virch.* Arch. VI. p. 272).

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirns verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend, und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven (*N. spinosus Luschka*), der nach *Luschka* (l. c.) aus dem dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint. Ausserdem sah *Purkyně* auch an den vorderen und hinteren *Arteriae meningeae* Nerven, und beschrieb *Arnold* schon vor längerer Zeit den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus*, der, wie neulich besonders *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, zu den grösseren Blutleitern der *Dura mater* geht. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven und des *Nervus spinosus Luschka* sind die des *Trigeminus*, die der andern feine Fasern und zeigen dieselben an beiden Orten Theilungen. Vor Kurzem beschrieb *Arnold* (*Icon. nerv. capitis* Ed. 2) noch einen Nerven zur *Arteria meningea media* vom *Maxillaris superior quinti* und einen *R. recurrens N. vagi* zum *Sinus transversus* und *occipitalis*. — In der *Dura* des Markes war es mir, ebenso wie *Purkyně*, unmöglich, Nerven zu finden, dagegen trifft man solche, wie schon erwähnt, in dem Perioste des Wirbelkanals und an den zu den Wirbeln und zu dem Marke gehenden Arterien, ferner auch an den Blutleitern und dem lockeren Fettgewebe des Wirbelkanales (*Luschka* l. s. c.).

In der Spinnwebenhaut selbst habe ich nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur *Pia* abgehen, namentlich an der Hirnbasis, zu denen mir auch die von *Luschka* (Seröse Häute pg. 70) gesehenen Nerven, trotz der wahrgenommenen Theilungen, zu gehören scheinen. *Bochdalek* beschreibt auch (l. i. c.) Nerven der *Arachnoidea cerebri* vom *Accessorius*, der *Portio minor trigemini* und dem *Facialis*, ist jedoch den Beweis schuldig geblieben, dass dieselben in der *Arachnoidea* enden. Wenn derselbe Forscher auch in der *Arachnoidea* an der *Cauda equina* äusserst viele Nerven findet, so verfällt er in denselben Fehler, den schon früher *Rainey* beging, dass er Bindegewebe in der seltneren Gestalt von Netzen für Nerven hält. Ich kenne auch in der *Cauda equina* nur

am *Filum terminale* und im Begleite der Gefässe Nerven, sonst nirgends, auch in der *Dura mater* nicht, zu der sie *Bochdalek* ebenfalls verfolgt haben will.

Die von *Purkyně* beim Rinde entdeckten Nerven der *Pia mater* finden sich auch beim Menschen, bei dem die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 0,0015—0,003''' ist, die durchaus nicht etwa nur den Gefässen folgen. An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnliche Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 0,03''' mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum*, immer dem Verlaufe desselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirns sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen; doch verfolgte ich dieselben neulich bis zu Arterien von 0,04''' und darunter in die Substanz des Gehirns hinein. Sicher ist, dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht. Den Ursprung dieser Nerven hat *Remak* aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln, welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir schien häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Wie hier, so möchten auch am Gehirne neben dem *Sympathicus (Plexus caroticus internus, Plexus vertebralis)* auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich betheiligen, indem auch *Bochdalek* von den Wurzeln vieler Hirnnerven viele feine Zweige, von demselben Baue wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum*, auch an den *Plexus choroideus Ventr. IV.* (?) treten sah. *Bochdalek* fand auch, dass einzelne feine Fädchen direct aus dem verlängerten Marke, dem *Pons*, den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen. (Ueber die Angaben von *Lenhossek* siehe §. 120. Anm.).

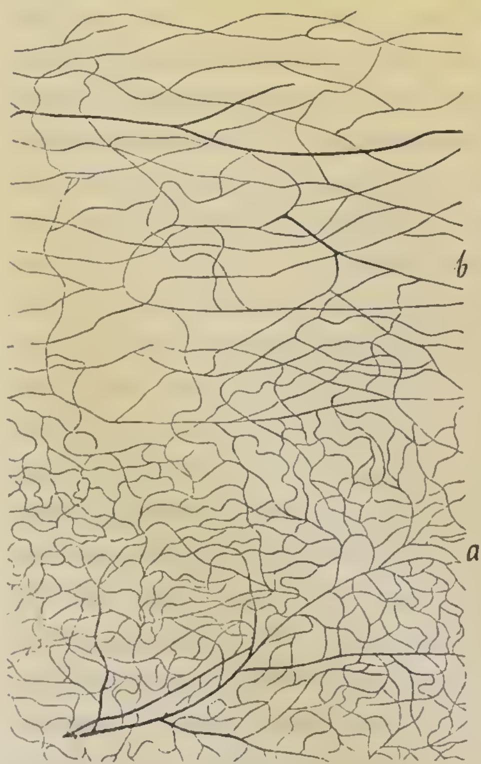


Fig. 178.

B. Gefässe des centralen Nervensystems. Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blutgefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der *Pia* bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen *(Substantiae perforatae, Pons)* als feine, jedoch noch deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter meist spitzwinkliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Capillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 178). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeu-

Fig. 178. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Einspritzung, *a.* der grauen, *b.* der weissen Substanz.

tend gefässreicher als die weisse (nach *Ekker* enthält das *Corp. striatum* am meisten Gefässe), mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen, und verdankt diesem Verhältnisse zum Theil ihre Farbe. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmarke zum Theil sehr regelmässig in Reihen. Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der *Pia* rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche. Ausserdem finden sich noch viele andere im ganzen Umkreise des Rückenmarkes eintretende feinere Gefässchen, welche vor Allem die weisse Substanz versorgen, während die graue Lage besonders von der *Art. medullae spinalis anterior* versehen wird. Uebrigens dringen Aestchen der letztern Arterie auch von innen nach aussen in die weissen Stränge und hängen überhaupt die Capillarnetze beider Substanzen mit einander zusammen, welche auch hier in der grauen Mitte viel dichter sind und oft wie einzelne grosse Nervenzellen besonders umspinnen *(Schröder, Goll)*. Von den Venen sind die von *Clarke* gezeichneten und von *Lenhossek* genauer beschriebenen zwei Centralvenen neben dem Centralkanale bemerkenswerth. Nach *L.* gehen dieselben am *Filum terminale* und der *Medulla oblongata* allmählich in acht kleinere Venen über und stehen durch zahlreiche Aeste mit den äussern Venen in Verbindung. Am Gehirne finden sich sehr zierliche gleichlaufende Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum*, von der *Gerlach* und *Oegg* gezeigt haben, dass die Körnerschicht mit Inbegriff der grossen Zellen etwas reicher an Gefässen ist als die äussere rein graue Lage, minder deutliche im grossen Hirn, mit Ausnahme des *Thalamus*, und den übrigen Theilen. — Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, doch ist die *Adventitia* eine zwar feste, aber dünne, scheinbar ganz gleichartige Haut. Die *Media* ist rein muskulös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen und elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epithelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Capillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epithel da ist, an welche Gefässe dann bald Capillaren mit structurloser Haut mit mehr oder weniger Kernen, zum Theil von grosser Feinheit (im Marke von 0,0022‴, im Gehirn von 0,002‴ die feinsten) sich anreihen. Von den Venen führen die grössten meist keine Spur von glatten Muskeln, nur Bindegewebe mit Kernen

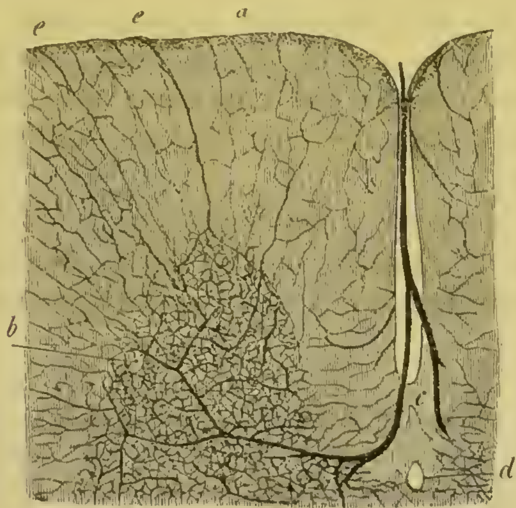


Fig. 179.

Fig. 179. Ein Theil eines Querschnittes des eingespritzten Rückenmarkes der Katze, nach einem Präparate von *Thiersch*. Vergr. 18. *a.* Vorderstrang, *b.* graues Vorderhorn, *c.* Aeste der *Art. medullae spinalis anterior*, *d.* Centralkanal, *e e* Arterien, die in der Gegend der vordern Wurzeln von aussen eindringen.

oder feine elastische Fasern und Epithel, an den kleineren sah ich hie und da, obschon sehr spärliche, muskulöse Elemente.

In den Gehirnhöhlen findet sich unter regelrechten Verhältnissen eine äusserst geringe Menge einer klaren serumartigen Flüssigkeit, welche offenbar von den Adergeflechten ausgeschieden wird. Eine zweite Flüssigkeit, der *Liquor cerebrospinalis*, ist in den beschriebenen, nach *Luschka* an der *Arachnoidea spinalis* von einem Epithel belegten Unterarachnoidealräumen enthalten und aus dem grössten derselben, der von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Dieselbe scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regler bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystemes zu wirken.

Luschka beschreibt auch an der Innenseite der *Arachnoidea*, d. h. des visceralen Blattes der Autoren, so wie an den Stellen der *Pia mater*, die durch grössere Lücken von der *Arachnoidea* getrennt sind, sowohl am Rückenmarke als am Gehirne ein Epithel.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht bloss, wie oben schon berührt, fast beständig stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es ohne Ausnahme, von *Purkyně* zuerst erwähnte, Amylonkörnchen ähnliche, runde oder bisquitförmige, gelbliche Körper mit ringförmiger Streifung, die wie *Virchow* seiner Zeit entdeckte (in s. Arch. VI. p. 135, 268, 416), durch Iod bläulich, durch Iod und Schwefelsäure violett sich färben, durch welche Reaction sie dem Amylum und der Cellulose verwandt erscheinen. Ich finde diese offenbar pathologischen *Corpuscula amylacea* (Fig. 180), die man mit *Virchow* Amyloidkörperchen nennen könnte, fast ausnahmslos am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, in der *Retina*, in der Schnecke des Menschen, an den ersten Orten oft in unglaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Bindegewebe oder zwischen den Nervenelementen. *Virchow* sah sie auch im Ependymfaden des Markes, im *Olfactorius*, *Acusticus* und *Opticus*, dann, freilich ohne ringförmige Streifung, in der sogenannten Wachsmilz, in der sie aus den Zellen des Parenchyms oder den *Malpighi*'schen Körpern sich zu bilden scheinen, *Luschka* im *Ganglion Gasseri* und Marke der Hemisphären. — In den *Plexus choroidei*, in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch im Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als beständige, jedoch pathologische Bildung der Hirnsand. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig verbundenen, dunklen, meist ringförmig gestreiften Kugeln von 0,005 — 0,05''' und mehr und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punktmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Concretion, z. B. als ein con-



Fig. 180.

Fig. 180. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln. 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350mal vergr.

centrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 180), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine Verkalkung von Faserstoffgerinseln zu sein. Mit Kalkablagerungen versehene Zellen, wie sie *Remak* (*Obs.*, p. 26) annahm, konnte *Harless* nicht finden (*Müll.* Arch. 1845. p. 354), dagegen sah *Häckel* als Kerne der Kalkkörper kernhaltige Zellen, Haufen geschrumpfter Blutzellen und selten *Corpuscula amylacea*. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen und die Ossificationen der Hirnhäute erwähnt werden. Erstere, die besonders zu beiden Seiten der *Fissura cerebri*, an den *Flocculi*, in den *Plexus choroidei* u. s. w. sitzen und nach *Luschka* bei geringer Entwickelung regelrecht sind, daher er sie Arachnoidealzotten nennt, gehen nach *L. Meyer* ursprünglich von der *Arachnoidea*, d. h. dem visceralen Blatte der Autoren, aus, können aber nachträglich die *Dura* durchbohren. Sie bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse, wie unreifes Bindegewebe, und enthalten auch Bindegewebskörperchen, Hirnsand und *Corpuscula amylacea*. Letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea*, namentlich der *Cauda equina*.

Peripherisches Nervensystem.

§. 125.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater*, setzen durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgibt. Im weiteren Verlaufe bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion dadurch, dass um ihre Nervenfasern herum und auch zwischen dieselben Ganglienzellen sich anlagern, welche allem Anscheine nach Alle besonderen Nervenröhren, den Ganglienfasern der Rückenmarksnerven als Ursprung dienen, die, meist je eine von einer Zelle entspringend, mit den durch das Ganglion nur hindurchtretenden Fasern der hinteren Wurzel nichts weiter gemein haben, als dass sie in ihrem ohne Ausnahme peripherischen Verlaufe an dieselben sich anlegen und mit ihnen sich mischen. Die motorische Wurzel nimmt niemals Ganglienzellen auf, sondern geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkcapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und Aesten ganz für sich und ohne sich zu theilen, in den Endausbreitungen dagegen kommen sehr häufig Theilungen

und, wenigstens in gewissen Organen (Haut, Schleimhäute, elektrische Organe), auch netzförmige Verbindungen vor. Die Endigung selbst findet theils mit solchen Netzen, theils mit freien Ausläufern, immer aber mit blassen marklosen Fasern statt.

An dem ersten und den letzten Nerven lässt sich hie und da nur Eine Wurzel, dort die motorische und hier die sensible erkennen. Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den Verh. d. Würzb. ph. m. Ges. 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitte finden sich in meiner Mikr. Anat. §. 116. Aehnliche Angaben hat auch *Stilling* in seinem grossen Werke über das Mark. — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 0,002''' Durchmesser als innere zarte Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. — Häufig verbinden sich die benachbarten Wurzeln und zwar ist diess bei den sensibeln viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen ausnahmslos bei dem einen oder andern Nerven zu finden.

In Betreff der Durchmesser der Fasern der Spinalnervenwurzeln meldet *Reissner* nach neuen Untersuchungen, dass die grössere Menge von feinen Fasern kein allgemeine Eigenschaft der hintern Wurzeln sei, indem die vordern Wurzeln der *Nervi dorsales* in dieser Beziehung ganz mit denselben übereinstimmen. Die feinen Fasern liegen, wo sie häufiger sind, meist in Bündeln, seltener vereinzelt, wo sie spärlich sind, wie in den meisten vordern Wurzeln, finden sie sich nur vereinzelt. Die von *Reissner* gefundenen Zahlen für die Breiten der Fasern haben wenig Werth, da die Messungen nur an sehr veränderten Nervenfasern angestellt wurden.

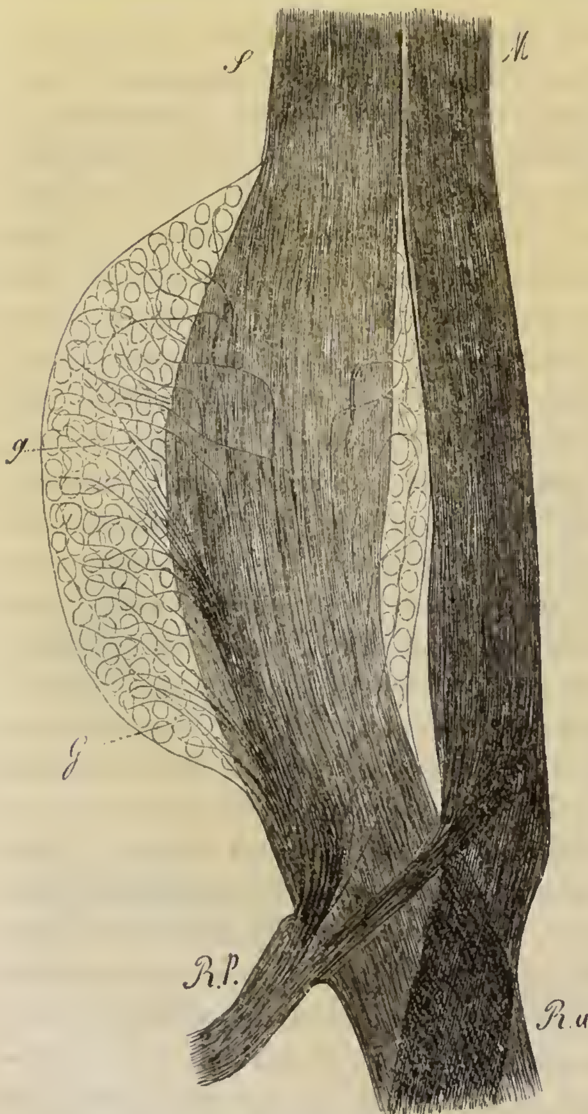


Fig. 181.

§. 126.

Der Bau der Spinalganglien ist bei Säugethieren schwer zu erforschen, doch glaube ich Folgendes mit Bestimmtheit über dieselben angeben zu können. Die sensiblen Wurzeln treten, soviel ich bisher habe ermitteln können, in keinen Zusammenhang mit den Ganglienkugeln in dem Ganglion, ziehen vielmehr als ein oder in grossen Ganglien mehrere, selbst viele und dann verflochtene Bündel einfach durch dieselben hindurch, um unterhalb des Knotens wieder zu einem Stamme sich zu sammeln, der dann gleich mit der motorischen Wurzel sich vermischt. Die Ganglienkugeln selbst stehen, wie es scheint, die mei-

Fig. 181. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45mal vergr. *S.* Sensible Wurzel, *M.* motorische Wurzel, *R. a.* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *R.* p. hinterer Ast; bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich, *G.* Ganglion mit den Zellen und den Ganglienfasern, die die durchtretende sensible Wurzel verstärken helfen.

sten mit Nervenfasern in Verbindung, entweder so, dass nur Eine Nervenfaser von ihnen abtritt oder indem sie zwei solchen oder sehr selten noch mehreren den Ursprung geben. Diese Fasern, die ich Ganglienfasern nenne, gehen in überwiegender Mehrzahl, vielleicht alle peripherisch, schliessen sich an die durchtretenden Wurzelfasern an und verstärken dieselben, so dass mithin jedes Ganglion als Quelle neuer Nervenfasern anzusehen ist.

Zur Untersuchung der Spinalknoten wählt man die des *Sacralis V.* und *Coccygeus* des Menschen und die kleiner Säugethiere, die man theils zerzupft, theils ganz unter Anwendung von Essigsäure und vor Allem verdünntem Natron untersucht. — Die Fasern der Nervenwurzeln zeigen, indem sie durch die Ganglien hindurchsetzen, durchaus nichts Eigenthümliches, nämlich keine Veränderung im Durchmesser; auch Theilungen sah ich durchaus keine und glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass solche, wenn überhaupt vorhanden, auf jeden Fall sehr selten sind, da ich, obschon ich besonders nach ihnen forschte und bei Säugethieren viele Nervenfasern durch ganze Ganglien hindurch verfolgen konnte, doch nichts von ihnen bemerkte.

Die Hauptbestandtheile der Ganglien, die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Figg. 182 u. 184), besitzen eine deutliche äussere Hülle, sind meist rundlich, länglich oder birnförmig und gewöhnlich leicht abgeplattet und messen von 0,012—0,036''', selbst 0,04''', in der Mehrzahl 0,02 und 0,03'''. Der Inhalt ist durchweg feinkörnig und nicht selten in der Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 0,004—0,008''', die Nucleoli 0,0008—0,002'''. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen. Durch ein besonderes Gewebe werden die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt, welches an einzeln dargestellten Zellen wie eine besondere Hülle derselben erscheint und daher auch äussere Scheide derselben genannt wird, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes Fächerwerk von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen, und nur da, wo Zellen ganz frei liegen (Fig. 184) als bestimmt abgegrenzte Hülle derselben auftritt. Dieses Gewebe zählt offenbar zum Bindegewebe, tritt jedoch in mehrfachen Formen auf, die zum Theil schon *Valentin* (*Müll.* Arch. 1839, S. 143) richtig gewürdigt hat, nämlich 1) in Gestalt einer bald mehr gleichartigen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten plattrundlichen Kernen von 0,002 — 0,003''', und 2) in Form einzelner länglicher, dreieckiger oder spindelförmiger Zellen von 0,003 — 0,005''', mit Kernen wie vorhin, die zum Theil wohl Epitheliumzellen gleichen, jedoch wie eine Vergleichung ihrer verschiedenen Formen ergibt, eher Bindegewebskörperchen entsprechen (Fig. 183). Ausser diesen zwei Bildungen, von denen die erste überall verbreitet ist,

Fig. 182.

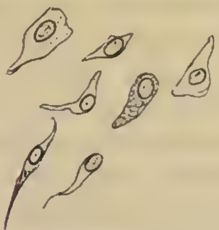


Fig. 183.

Fig. 182. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* der Katze, 350mal vergr. 1. Zelle mit kurzem, blassem Fortsatze mit einem Faserursprunge, *a*. Bindegewebige Scheide der Zelle und Nervenröhre mit Kernen, *b*. Zellenhülle der Ganglienkugel. 2. Zelle mit einem Faserursprunge ohne bindegewebige Scheide, *b*. Zellenhülle der Ganglienkugel. 3. Ganglienkugel durch Präparation ihrer Zellhülle und äusseren Scheide beraubt.

Fig. 183. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen, 350mal vergr.

die zweite besonders in grösseren Ganglien sich findet, kommen beim Menschen auch noch Zwischenformen vor, die aus kernhaltigen Fasern (siehe unten) bestehen, wenigstens beim Zerzupfen in solche zerfallen.

Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren blasse Fortsätze von 0,0015 — 0,0025‴ aus, ganz entsprechend denen der centralen Zellen, jedoch mit einer besonderen Hülle versehen, die, wie ich im J. 1844 auffand (Selbst. u. Abh. des symp. Nerv. Zürich 1844, S. 22), je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Figg. 182, 184). Die von mir beobachteten Zellen waren nur mit Einem Fortsatze versehen, sogenannte unipolare, und ich glaubte zuerst, dass nur solche in den Spinalknoten sich finden. Nun ergeben aber neuere Erfahrungen, namentlich von *Stannius*, dass in denselben auch Zellen mit zwei Fortsätzen, von denen selbst einer nochmals sich theilen kann, vorkommen und es wird daher neuer ausgedehnter Untersuchungen bedürfen, um zu ermitteln, wie die Sache eigentlich sich verhält. Schon jetzt glaube ich jedoch Folgendes bemerken zu müssen. 1) Beim Menschen und bei Säugethieren habe ich unipolare Zellen sicher nachgewiesen und glaube auch aussagen zu dürfen, dass dieselben sehr zahlreich sind. 2) In neuerer Zeit habe auch ich, obschon seltener Zellen mit zwei blassen Fortsätzen gesehen, und will ich gern die Möglichkeit zugeben, dass solche Zellen häufiger vorkommen, da es sicher ist, dass bei dem verhältnissmässig rohen Verfahren, dessen man sich bedienen muss, um die Zellen darzustellen, viele Fortsätze abreissen. 3) Wenn *Stannius* in neuerer Zeit bei einem menschlichen und einem Kalbsfötus, neben unipolaren und apolaren Zellen, bei letzterem zahlreiche bipolare gesehen hat, so ist zu fragen, ob die letzteren Zellen nicht solche waren, die später sich theilen — da Theilungen der Zellen der Ganglien unzweifelhaft vorkommen (siehe unten) — und hierdurch zu unipolaren werden. 4) Mögen die Zellen Eine oder zwei Fasern abgeben, so treten die letzteren doch nicht die eine central und die andere nach der Peripherie, sondern beide nach der Peripherie ab, wenigstens sieht man bei der Untersuchung ganzer kleiner Ganglien nur solche Ganglienfasern, auch fand *Stannius* an solchen bipolaren Zellen vom Kalbe die zwei Fortsätze dicht beisammen. 5) Ob in den Spinalganglien auch Zellen ohne Fortsätze vorkommen, ist schwer zu entscheiden, da die Fortsätze ungemein leicht abreissen und verstümmelte Zellen sehr leicht für apolare genommen werden können. In kleinen Ganglien von Säugern kann man zu jeder Zelle Eine Faser verfolgen, dagegen zeigen sich in den kleinsten *Ganglia spinalia* des Menschen und an den unbeständigen Knötchen der hintern Wurzeln (s. d. folg.) nicht selten Zellen, zu denen keine Faser herantritt, und daher möchte ich mich vorläufig nur dahin aussprechen, dass auf jeden Fall von der Mehrzahl der Zellen Fasern entspringen. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse wählt man beim Menschen entweder die grösseren Knoten, welche man dann, wo möglich unter einem einfachen Mikroskope, sorgfältig zerfasert, bis man einen Faserursprung findet, was bei einiger Uebung doch fast in jedem Ganglion gelingt, oder man hält sich an die kleineren Ganglien des *Sacralis V.* und *Coccygeus*. In diesen trifft man fast in jeder Leiche einzelne, ganz für sich neben den Ganglien oder in der Nähe derselben befindliche gestielte Ganglienkugeln, jede in ihrer besonderen, hier gleichartig aussehenden Scheide (Fig. 184) und erkennt in vielen Fällen ausnehmend deutlich die im Stiele der Kugel liegende, einfache, dunkle Nervenfaser und häufig auch deren Zusammenhang durch einen blassen Fortsatz mit der Zelle. Auch die *Ganglia aberrantia (Hyrtl)*, d. h. unbeständige, grössere oder kleinere, in jeder Leiche vorkommende Ansammlungen von Ganglienkugeln an den hinteren Wurzeln der grösseren



Fig. 184.

Fig. 184. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist, 350mal vergr. Vom Menschen.

Nerven, lassen hie und da einfache Faserursprünge bestimmt erkennen. — Die von den Ganglienzellen entspringenden dunkelrandigen Fasern bilden einfach die Fortsetzung der blassen Ausläufer der Zellen, so dass Hülle und Inhalt beider Theile unmittelbar in einander übergehen und somit auch die Hülle und der Inhalt der Zelle mit der Scheide der Nervenröhren und der Markscheide sammt dem Axencylinder verbunden sind. An älteren Ganglienkugeln oder nach Einwirkung von Reagentien (arseniger Säure, Chromsäure, Iod), löst sich der Inhalt der Zellen von der Hülle und erscheint der Axencylinder als unmittelbare Fortsetzung desselben (Fig. 185), wie zuerst *Harting* gezeigt hat (vergl. auch *Stannius* in Gött. Anz. 1850 und *Leydig* l. c. Tab. I. Fig. 9), wodurch am besten gezeigt wird, dass der Inhalt der Ganglienkugeln nicht als in einer erweiterten Nervenröhre liegend aufgefasst werden kann. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern, die oft bogenförmig oder in mehreren kreisförmigen Windungen die Zellen umgeben, sind anfangs fein, von 0,0015—0,0025''', bleiben jedoch nicht so, wie ich früher glaubte, als ich nur ihren Ursprung kannte, sondern nehmen, wie man sehr leicht an vielen Fasern unmittelbar beobachten kann, sehr bald, schon innerhalb des Ganglion, Alle bis zu 0,003 und 0,004''', manche selbst bis zu 0,005 und 0,006''' an Dicke zu, werden mithin zu mitteldicken und dicken Nervenröhren. Die Fortsätze der Zellen und die entspringenden Nervenfasern besitzen ebenfalls gekernte Scheiden, wie die Zellen selbst, sogenannte Scheidenfortsätze, verlieren dieselben jedoch da, wo sie an den austretenden Stamm sich anlegen, und erhalten statt ihrer das gewöhnliche Neurilem der Nerven als Umhüllung.

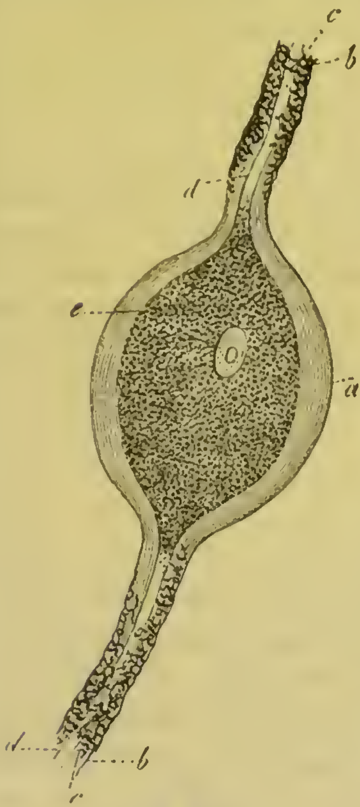


Fig. 185.

Meine eben gegebene Schilderung von dem Verhalten der Spinalganglien der Säugethiere und des Menschen weicht sehr erheblich von dem ab, was *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* und *Robin* im Jahre 1847 bei Fischen gefunden haben. Der Hauptunterschied liegt darin, dass während bei den Säugethieren nach Allem, was wir wissen, die Wurzeln in kein unmittelbares Verhältniss zu den Ganglienzellen treten und die Ganglien einfach durchsetzen, bei den Fischen Alle Wurzelfasern mit denselben verbunden sind, so dass jede Faser durch eine bipolare Zelle unterbrochen ist und besondere Ganglienfasern gänzlich fehlen. *R. Wagner* hat geglaubt, das bei den Fischen Gefundene unbedingt auf alle Wirbelthiere übertragen zu können und behauptet, dass das Vorkommen bipolarer Zellen im Verlaufe der hintern Wurzelfasern mit dem *Bell*'schen Lehrsatze im Zusammenhange stehe und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern sei; ferner dass nun der höchst wichtige und so lange gesuchte anatomische Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern gefunden sei. Im Gegensatze hierzu habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass keine Nöthigung vorhanden sei, das bei den Fischen Gefundene auf den Menschen zu übertragen und dass die Unterbrechung einer sensiblen Faser durch eine Ganglienkugel dieselbe als Faser von einer motorischen nicht unterscheide. Wenn auch *Wagner* diese meine Auffassung in neuerer Zeit unphysiologisch genannt hat, so wird er hiermit doch Niemand überzeugen, dass die Spinalknoten der Säuger so gebaut sind, wie er dieselben sich denkt, und sprechen auch in der That alle neueren Erfahrungen von *Stannius*, *Axmann*, *Remak*, *Ecker*, *Schiff*, *Frey*, *Luschka* mit mehr oder weniger Bestimmtheit dafür, dass in den Spinalganglien der höhern Thiere auch oder vorwiegend unipolare Zellen sich finden. — Zur Vervollständigung derselben führe ich noch an, dass bei unmittelbarer Messung der sensiblen Wurzeln über und unter den Ganglien ein

Fig. 185. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a.* Hülle der Kugel, *b.* Nervenscheide, *c.* Nervenmark, *d.* Axenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalte *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

nicht unbedeutender Unterschied zu Gunsten des letztern Ortes sich ergibt (siehe meine Mikr. Anat. II. S. 509), welcher, da Verschiedenheiten in der Dicke der ein- und austretenden Nervenröhren und Theilungen derselben innerhalb des Ganglion nicht vorkommen (*Remak* will übrigens in den Spinalganglien des Rindes Theilungen dunkelrandiger Fasern nicht selten gesehen haben), nur auf Rechnung der in den Ganglien entspringenden und peripherisch weiter ziehenden Fasern gesetzt werden kann, eine Annahme, die auch durch die unmittelbare Beobachtung sich bestätigt (Fig. 181).

In Betreff der wichtigen Beobachtungen über den Bau der Spinalknoten der Fische, verweise ich besonders auf die unten aufgeführten Schriften von *R. Wagner*, *Bidder*, *Robin* und *Stannius*. Zahlreiche Untersuchungen über die Wirbellosen, die freilich nicht alle probehaltig zu sein scheinen (s. *Schneider* in *Müll.* Arch. 1861), haben hier an vielen Orten bestimmt unipolare Zellen, z. Th. neben andern, ergeben, woraus sich diejenigen eine Lehre ableiten können, welche, weil sie solche Zellen mit ihren physiologischen Anschauungen nicht verwerthen konnten, das Vorkommen derselben bei höheren Thieren gänzlich in Abrede stellten.

§. 127.

Weiterer Verlauf und Endigung der Rückenmarksnerven. Unterhalb des Spinalknotens vereinen sich die sensible und motorische Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich unmittelbar beobachten lässt. Alle von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast als auch deren fernere Verbreitungen, sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in ungemein vorwiegender Menge in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Wo die in den Spinalganglien entspringenden Ganglienfasern sich ausbreiten, ist auf anatomischem Wege nicht zu ermitteln. Berücksichtigt man aber die Physiologie, so möchte es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass dieselben nicht, oder wenigstens nicht alle, wie man auf den ersten Blick zu glauben geneigt ist, in den *Rami communicantes* zum *Sympathicus* gehen, sondern, mit den Rückenmarksnerven verlaufend, vor Allem in die Gefässnerven derselben übertreten und mithin in Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken, Sehnen und Häuten (*Periost, Pia mater* etc.) sich ausbreiten, dann aber auch vielleicht zu den Drüsen und unwillkürlichen Muskeln der Haut sich begeben. — Die Nervenfasern in den Hauptästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weitern Verlaufe scheiden sich jedoch die Fasern, so dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. Nach den Angaben von *Bidder* und *Volkmann* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1,1 : 1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33 : 1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen $\frac{1}{3}$ dicke, $\frac{2}{3}$ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten. Meiner Ansicht nach müssen die meisten feinen Fasern der Spinalnervenäste als vom Rückenmark abstammend physiologisch den dicken für ganz gleichbedeutend gehalten werden; und halte ich es auch für

wahrscheinlich, dass dieselben nicht zum Gehirne emporgehen, sondern im Marke entspringen, worüber § 118 und 119 zu vergleichen ist.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus gleich und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Verbindungen, durch welche die verschiedenen grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausche ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhange der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpunkte aus nichts Bemerkenswerthes dar. — Theilungen der Nervenröhren kommen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (Archiv für phys. Heilk. 1850, S. 77)], ebenso wenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt auf die an den betreffenden Orten gegebenen ausführlichen Schilderungen verwiesen wird.

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide, *Neurilemma*, umhüllt, die mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven eingeht und wie bei den Muskeln, einerseits grössere und kleinere Bündel abgrenzt, andrerseits mit ganz verfeinerten Scheiden zwischen die einzelnen Röhren sich einsenkt (Fig. 186). In den Endausbreitungen, wo oft einzelne oder einige wenige Primitivfasern noch eine äussere Scheide besitzen, erscheint das Neurilem als eine gleichartige, mit länglichen Kernen von 0,003''' besetzte Hülle (*Robin's perinèvre*), und so bleibt es auch bei den kleineren Zweigen der Haut- und Muskelnerven, nur dass nach und nach die Substanz der Länge nach in Fasern sich zu spalten beginnt, und auch Bindegewebskörperchen z. Th. mit langen Kernen (0,005 — 0,008'''), oft fast wie in glatten Muskeln, und elastische Fäserchen auftreten, die manchmal ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven tritt dann schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe mit vielen Bindegewebskörperchen.

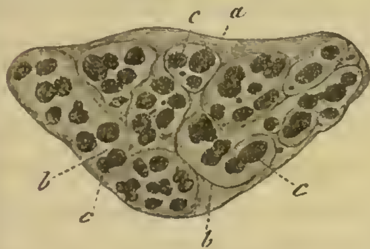


Fig. 186.

Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach verlaufen und ein lockeres Netz enger Capillaren von 0,002—0,004''' mit länglichen Maschen entwickeln, das die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht,

Fig. 186. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, einige Male vergr. *a*. Gesammthülle des Nerven, *b*. Neurilem der tertiären Bündel, *c*. secundäre Nervenbündel, zum Theil mit besonderen Scheiden; vom Kalbe.

jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgibt. Die Ganglien enthalten ein zierliches Capillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist.

§. 128.

Kopfnerven. Die vom Gehirne entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Punkten so überein, dass eine kurze Charakteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben später bei den Sinnesorganen ausführlicher besprochen werden.

Die motorischen Kopfnerven, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, verhalten sich sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven, mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1) dass nach *Rosenthal* und *Purkyně* im Stamme des *Oculomotorius* der Säuger und des Menschen Ganglienkugeln vorkommen, welche jedoch *Bidder* (p. 32) nicht finden konnte, *Reissner* dagegen neulich für den Menschen bestätigte, bei dem er unter 4 beobachteten Zellen, von denen 3 keine Fortsätze erkennen liessen, eine multipolare fand; 2) dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht (*Müll.* Arch. 1841); 3) dass nach *Volkmann* (bei *Bidder* Ganglienkörper S. 68) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Wirkungen hervorruft. Welche Bedeutung dieses Vorkommen von Ganglienkugeln in motorischen Nerven hat, ist unausgemacht. Wahrscheinlich entspringen von denselben einfach Fasern mit peripherischer Ausbreitung, gerade wie in den Spinalganglien. Auf jeden Fall zeigt dasselbe, dass Ganglien nicht nothwendig an sensiblen Nerven sitzen müssen. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven, als sie alle motorische und sensible Elemente führen. Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das Ganglion *Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen, enthält viele grössere und kleinere Ganglienkugeln von 0,008—0,030‴ mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich, nach dem was ich bei kleinen Säugethieren und beim Menschen sah, wie ein Spinalknoten, d. h. es lässt die Fasern der grossen Wurzel einfach durchtreten und gibt von unipolaren Zellen aus vielen mitteldicken Nervenfasern den Ursprung, die an die austretenden Zweige sich anlegen. Auch bipolare Zellen kommen vor, jedoch wie es scheint in geringerer Zahl, und was etwaige apolare Zellen anlangt, so gilt dasselbe, wie bei den Spinalknoten. Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, Einzelnheiten sind in den betreffenden Abschnitten nachzusehen. Peripherische Ganglien besitzt der *N. lingualis*. Was die am *Trigeminus* vorkommenden grösseren Ganglien anlangt (*Ganglion ciliare, oticum, sphenopalatinum, linguale, supramaxillare*), so finde ich den Bau derselben mehr wie bei den sympathischen Ganglien, nur ent-

halten dieselben doch ziemlich viele grössere Ganglienkugeln. — Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann* (*Müll.* Arch. 1840. S. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzten. An seinen Wurzeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bidder* (l. c. p. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man, wie an ähnlichen der *Vagus*wurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mitteldicker Fasern sehen soll. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten, d. h. die Wurzelfasern treten einfach durch, und im Knoten entspringen Ganglienfasern von meist unipolaren Zellen; seine Endausbreitung enthält in der Paukenhöhle und Zunge kleine Ganglien und stimmt sonst mit der des *Trigeminus (P. major)* überein. Der *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Gangl. jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror.* Not. 1837. No. 54; beim Hunde und Schafe nach *Volkmann*, *Müll.* Arch. 1840. S. 491, nicht aber beim Kalbe, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen z. Th. bis zu 0,009‴ herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 0,03‴ sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven bietet, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angeben, eine regelrechte Vertheilungsweise der dickeren und dünneren Fasern dar, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6 — 10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ausserdem möchten viele derselben nichts als verschmälerte oder von Hause aus feinere in den Ganglien des *Vagus* selbst entsprungene sogenannte Ganglienfasern sein, die ich ebenfalls nicht zum *Sympathicus* rechnen möchte. Ueber die Endigungen des *Vagus* siehe unten an den betreffenden Orten. — Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht auch zum Theil sensibel, hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, so viel bekannt, nichts Besonderes.

Endschlingen innerhalb von Nervenstämmen hat schon *Gerber* erwähnt, und neulich beschreibt *Valentin* solche aus dem *Vagus* (Brusttheil) der Maus und Spitzmaus, ohne über ihre Bedeutung etwas aussagen zu wollen. Noch räthselhafter sind von *Remak* und *Bochdalek* gesehene Nervenfädchen, die aus dem Gehirn herauskommen und wieder in dasselbe zurückgehen.

§. 129.

Gangliennerven. Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten *Sympathicus*, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Gangliennerven sind weder ein ganz für sich

bestehender Theil des Nervensystems *(Reil. Bichat)*, noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Marke und dem Gehirne verbunden sind. Vergleichen wir die Ganglienuerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die erstern, indem sie aus einer zweifachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von selbständigen Elementen, von Ganglien und Ganglienfasern, besitzen und viel zahlreichere Anastomosen unter einander eingehen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpunkte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Ganglieunerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben im Grunde jeder Nerv dieselben Hauptelemente, einige Hirnnerven, *Vagus. Glossopharyngeus*, selbst zahlreiche peripherische Ganglien darbieten und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Verrichtungen lehrt.

§. 130.

Grenzstrang der Ganglienuerven, *Nervus sympathicus*. Der *Nervus sympathicus* ergibt sich beim Menschen als ein weisslicher oder ein weisser Nerv, dessen dunkelrandige Nervenröhren in der Regel einander gleich verlaufen, ohne sich zu theilen oder zu verflechten und die einen 0,0025—0,006''', selbst mehr, die andern nur 0,0012—0,0015''' messen. Diese feineren und dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letzteres namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist im Allgemeinen der der Spinalganglien. Ein jedes derselben besteht 1) aus durchtretenden Nervenfasern, die von einem Theile des Stammes an den andern gehen, 2) aus einer gewissen Zahl feiner im Ganglion entspringender Röhren und 3) aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch *Rami communicantes* ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 188 *B*) verhalten sich im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner, von 0,006—0,018''', 0,008—0,01''' im Mittel, weniger und blasser gefärbt oder selbst farblos und gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist es vor Allem augenscheinlich, dass dieselben einem guten Theile nach aus den *Rami communicantes* stammen, die unmittelbar unterhalb der *Ganglia spinalia* aus den Stämmen der Rückenmarksnerven hervorgehen, im Allgemeinen wie die sensiblen Wurzeln derselben gebildet sind (d. h. vorwiegend feinere Fasern führen) und, mögen sie nun einfach oder mehrfach sein, nachweisbar mit beiden Wurzeln sich

verbinden. Nach Allem, was sich bisher ermitteln liess, stammen die Fasern dieser Verbindungsäste vorzüglich vom Rückenmarke und von den Spinalganglien und sind mithin Wurzeln des *Sympathicus*, einem kleineren Theile nach möchten dieselben jedoch auch von dem *Sympathicus* herkommen und an die Rückenmarksnerven sich anschliessend mit denselben peripherisch weiter sich verbreiten. — In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten, verlaufen die *Rami communicantes*, insofern sie aus den Spinalnerven abstammen, fast ohne Ausnahme in zwei oder mehrere Aeste gespalten, in demselben auf- und abwärts nach dem Kopf- und Beckenende desselben, an die Längsfasern des Stammes sich anschliessend (Fig. 187). Bei Kaninchen kann man



Fig. 187.

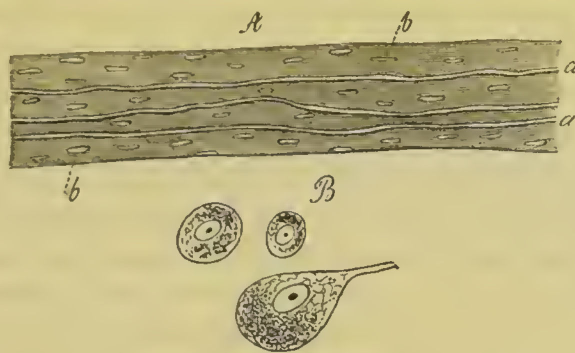


Fig. 188.

die Fasern eines bestimmten *Ramus communicans* sehr häufig noch bis zum nächsten Ganglion und weiter in einzelne peripherische Aeste verfolgen, doch entzieht sich im Allgemeinen der Verlauf der einzelnen Bündel sehr bald dem Auge. Nichts destoweniger lässt sich mit grosser Bestimmtheit behaupten, dass dieselben nach und nach Alle in die peripherischen Aeste des Grenzstranges abgehen, denn einmal führen alle Aeste des Grenzstranges oft in sehr beträchtlicher Menge von denselben dunkelrandigen dickeren Fasern, die die *Rami communicantes* enthalten, und zweitens sieht man nirgends ein Ende oder einen Ursprung derselben in dem Grenzstrange selbst, was eben der Hauptgrund ist, warum die *Rami communicantes* nicht als Aeste des *Sympathicus*, sondern nur als Wurzeln desselben betrachtet werden können.

Ausser den feineren und dickeren Fasern der *Rami communicantes* enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Nervenröhren von 0,0012—0,002''', von denen ich unverhohlen behaupte, dass sie in ihm entspringen, und nicht etwa nur Fortsetzungen der Fasern der *Rami commun.* sind, wie diess in der neueren Zeit seit der

Fig. 187. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hintern Seite, mit Natron, 40mal vergr. *T.* 2. Stamm des *N. sympathicus*. *R. c. R. c. Rami communicantes*, beide in zwei Aeste sich spaltend. *Spl. Splanchnicus*. *S.* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlich zu Gefässen abgehend. *g.* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

Fig. 188. Aus dem *Sympathicus* des Menschen, 350mal vergr. *A.* Ein Stückchen eines grauen Nerven mit Essigsäure, *a.* feine Nervenröhren, *b.* Kerne der *Remak*'schen Fasern. *B.* Drei Ganglienkugeln, eine mit einem blassen Fortsatze.

Auffindung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen vermuthet worden ist. Bei den Säugethieren ist es in der That bei Untersuchung ganzer sympathischer Ganglien unter vorsichtiger Benutzung des verdünnten Natrons und der Compression äusserst leicht zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der Fasern der *Rami commun.* mit den Ganglienkugeln nicht in der geringsten Verbindung steht, dass vielmehr dieselben durch die Knoten nur hindurchsetzen und schliesslich in die peripherischen Aeste abgehen. Da nun ausser diesen Fasern im Grenzstrange noch viele feinste Fasern vorkommen, die sich durchaus nicht auf die der *Rami commun.* zurückführen lassen, so ist klar, dass dieselben ganz neu auftretende Gebilde sein müssen. Dieser Schluss scheint noch gerechtfertigter, wenn man hinzusetzt, dass es, wie ich zuerst und viele nach mir gezeigt haben, gar nicht so schwer hält, in den sympathischen Ganglien der Säuger und Amphibien einfache Faserursprünge nachzuweisen, und wenn man weiss, dass in den Ganglien immer ein bedeutender Theil feiner Fasern als sogenannte umspinnende, d. h. in verschiedenen Krümmungen durch die Zellenmassen sich hindurchwindende, erscheint. Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen, stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie vorwiegend unipolare, seltener bipolare Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden, und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. Nach *Remak* kommen in den Ganglien des *Sympathicus* nur multipolare Zellen vor, was bestimmt unrichtig ist. *Küttner* dagegen findet beim Frosche nur unipolare Zellen, von denen er annimmt, dass der Fortsatz immer in zwei Nervenfasern übergehe, was jedoch nicht für alle Fälle nachgewiesen wurde. — An ein topographisches Verfolgen der verschiedenen Fasern im Grenzstrange mit Bezug auf den Ursprung derselben von bestimmten *Rami communicantes* und Ganglien und ihren Abgang in bestimmte peripherische Zweige ist, wenn mehr als das schon Mitgetheilte gefordert wird, vorläufig noch gar nicht zu denken und bleibt diese Aufgabe der Zukunft vorbehalten.

Man hat behauptet, dass die kleineren Zellen in den Ganglien des *Sympathicus* von den grösseren, in den Spinalganglien z. B., verschieden seien und auch nur mit feinen Nervenröhren in Verbindung stehen (*Robin*), allein diess ist, wie sich schon zum Theil aus den Beobachtungen von *Wagner* und *Stannius* ergibt, nicht richtig, denn man findet 1) in den Ganglien der Kopf- und Spinalnerven der Säugethiere und des Menschen alle Uebergänge zwischen grösseren und kleineren Kugeln, und trifft auch in sympathischen Knoten hie und da, obschon selten, grössere Zellen bis zu 0,03''', und überzeugt sich 2) auch, dass der Durchmesser der in den erstgenannten Ganglien entspringenden Nervenfasern sich durchaus nicht nach dem der Zellen richtet, indem alle Ganglienfasern derselben so ziemlich dieselbe Breite besitzen, was auch bei den bipolaren Zellen der Fische sich bestätigt, bei denen oft die eine abgehende Faser bedeutend, bei *Petromyzon* nach *Stannius* selbst 6mal dicker als die andere ist. Wollte man etwa gar die kleinen Zellen als nur dem *Sympathicus* eigenthümlich ansehen, so müsste ich, wie schon früher bei den Nervenfasern, bemerken, dass abgesehen von den Ganglien der Wurzeln der Kopf- und Marknerven, kleine Nervenzellen auch an Orten vorkommen, wo an den *Sympathicus* nicht zu denken ist, wie im Marke und Hirne und, wenn man Beispiele von peripherischen Nerven wünscht, in der *Retina* und in der Schnecke. Im-

merhin ist so viel sicher, dass die Knoten der Ganglienuerven als Regel kleinere Ganglienzellen haben und dass die von diesen entspringenden Röhren nur feine sind.

Bidder und *Volkmann* haben beim Frosche nachgewiesen, dass die *Rami communicantes* in der Mehrzahl ihrer Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten und nur einem kleineren Theile zufolge, der noch dazu von den Spinalganglien abgeleitet wird, als Wurzeln des *Sympathicus* anzusehen sind. Ich glaube jedoch gesehen zu haben, dass beim Kaninchen und beim Menschen die *Rami communicantes* vorwiegend central verlaufen. Doch finden sich beim Menschen sehr häufig, nach *Luschka* und *Remak* immer, auch Fasern, die als Aeste des *Sympathicus* zu der peripherischen Ausbreitung der Spinalnerven anzusehen sind, von denen dann auch Aestchen zu den Nerven der Wirbel abgehen, über welche Verhältnisse die ausführlicheren Mittheilungen von mir (Mikr. Anat. II. 1. S. 525) und namentlich von *Luschka* (Nerven des Wirbelcanals, S. 10 flgde.) nachzulesen sind.

Was die Frage anlangt, woher die Fasern abstammen, die aus den Rückenmarksnerven in den Grenzstrang übergehen, so ist sicher, dass der von der motorischen Wurzel abstammende Theil der *Rami comm.*, der nach *Luschka* immer ein weisser Faden ist, vom Marke selbst seinen Ursprung nimmt, was jedoch den anderen von der sensiblen Wurzel abgehenden betrifft, so könnte derselbe theilweise oder ganz aus im Spinalganglion entsprungenen Fasern sich bilden. Das letztere erscheint jedoch aus zwei Ursachen unwahrscheinlich, 1) weil dann das Zustandekommen bewusster Empfindungen von den vom *Sympathicus* versorgten Theilen her kaum zu begreifen wäre, und 2) weil die in den Spinalganglien entspringenden Fasern mitteldicke sind, in den *Rami comm.* dagegen im Ganzen nur wenige solche Fasern vorkommen, die ohnedem auf Rechnung der motorischen Wurzeln zu setzen sind.

Es ist hier der Ort, noch etwas über die feinen Fasern der Ganglienuerven zu bemerken. Man weiss schon seit längerer Zeit, dass der *Sympathicus* vorwiegend dünnere Nervenfasern führt als die Cerebrospinalnerven, allein erst im Jahre 1842 haben *Bidder* und *Volkmann* zu zeigen sich bemüht, dass dieselben nicht bloss dünner, sondern auch sonst anatomisch verschieden seien, wesshalb sie dieselben gegenüber den dicken Röhren der Cerebrospinalnerven sympathische Nervenfasern nannten. Im Gegensatze hierzu versuchten *Valentin* (*Repert.* 1843. S. 103) und ich (*Symp.* S. 10 u. flgde.) darzuthun, dass die feinen Fasern im *Sympathicus* keine besondere Faserclasse ausmachen, was uns auch, wie ich glaube, so ziemlich gelungen ist. Die Hauptgründe sind die: 1) Feine und dicke Nervenröhren sind an und für sich, den Durchmesser abgerechnet, in keinem wesentlichen Punkte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge. 2) Ausser im *Sympathicus* kommen feine Nervenröhren mit wesentlich denselben Eigenschaften, wie die sogenannten sympathischen, auch noch an vielen andern Orten vor. So beim Menschen und den Säugethieren in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven, wo, wie ich schon oben zeigte, an eine Abstammung der Fasern vom *Sympathicus* auch nicht von ferne zu denken ist und wir eben nur feine Cerebrospinalfasern vor uns haben; ähnliche Röhren enthält das Mark und Gehirn zu Tausenden und ebenso die zwei höheren Sinnesnerven. 3) Alle dicken Nervenfasern verschmälern sich bei ihrer Endausbreitung durch Theilung oder unmittelbare Abnahme so, dass sie schliesslich den Durchmesser und die Natur der feinen und feinsten Röhren annehmen. 4) Alle dicken Nervenröhren sind während ihrer Entwickelung einmal genau so beschaffen, wie die sogenannten sympathischen Fasern. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich mit Sicherheit, dass es unmöglich ist, die dünnen Röhren des *Sympathicus* für etwas nur ihm Eigenthümliches, ganz Besonderes zu halten und dass es überhaupt nicht angeht, vom anatomischen Standpunkte aus die Fasern nach ihren Durchmessern einzutheilen, da ja sehr viele Fasern während ihres Verlaufes alle möglichen Dicken annehmen. Immerhin wird man die grosse Zahl sehr dünner blasser Röhren im *Sympathicus* auch von Seiten der Anatomie hervorheben können, wie man diess ja auch bei den höheren Sinnesnerven und der grauen Substanz thut, und was das Physiologische betrifft, so bin ich zwar nicht der Meinung, dass die Feinheit der Röhren im *Sympathicus* etwas ganz Besonderes, anderwärts nicht Vorkommendes bedeutet, wohl aber dass dieselbe hier und wo sie sonst noch getroffen wird, allerdings mit einer bestimmten Art der Verrichtung zusammenhängt.

§. 131.

Peripherische Ausbreitung der Gangliennerven. Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens zum Theil, noch besondere Elemente führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten, so die *NN. splanchnici*, andere grauweiss, wie die *NN. intestinales*, die Nerven des nicht schwangeren Uterus (*Remak* Darmnervensystem S. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *NN. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und Plexus der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzteren Nerven beruht theils auf dem Vorkommen zahlreicher feiner Fasern des *Sympathicus* selbst, grösstentheils jedoch auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker sogenannten *Remak*'schen Fasern (gelatinöse Fasern, *Henle*), unter welchem Namen die verschiedenartigsten Dinge, Scheiden der Nervenfasern und Zellen, Netze von Bindegewebskörperchen und wirkliche blasse Nervenfasern von embryonalem Typus gehen. Die meisten Forscher denken, wenn sie von *Remak*'schen Fasern reden, an das blasse Fasergewebe, das in den Milz- und Lebernerven vieler Thiere so leicht nachzuweisen ist. Hier finden sich platte blasse Fasern von 0,0015—0,0025''' Breite, 0,0006''' Dicke, mit undeutlich streifigem, körnigem oder mehr gleichartigem Innern, die von Stelle zu Stelle meist längliche oder spindelförmige 0,003—0,007''' lange, 0,002—0,003''' breite Kerne besitzen. Diese Fasern nun finden sich in fast allen grauen Theilen der Gangliennerven (ich vermisse dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo an ihrer Stelle ein kernloses reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach *Remak* in den Nerven des schwangeren Uterus reichlich sein [Darmnervens. S. 30]) in sehr grosser Menge, so dass sie die dunkelrandigen ächten Nervenröhren um das 3—10fache und noch mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche Grundlage dieser Stränge (Fig. 188) und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr vereinzelt, bald in grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen Röhren, seltener und nur in der Nähe und in den Ganglien selbst erscheinen sie als Hülle einzelner der feinsten Röhren. Eine zweite Form von sogenannten *Remak*'schen Fasern, die aus einem nicht leicht in Fasern zerfallenden, dem gleichartigen Bindegewebe ähnlichen Gewebe mit eingestreuten Kernen besteht, findet sich besonders in der Nähe der Ganglien um die Nervenröhren und steht nachweisbar mit den Scheiden der Ganglienzellen im Zusammenhang. Eine dritte Form endlich, mit netzförmig verbundenen Fasern und Kernen an den Theilungsstellen zeigt sich besonders im Grenzstrange, vielleicht auch an andern Orten. — Dass die beiden letztgenannten Formen zur Bindesubstanz gehören, halte ich für sicher. Was dagegen die erste anlangt, so halte ich es jetzt für sehr wahrscheinlich, dass alle zu derselben gehörenden Fasern marklose Nervenfasern sind. Ausser durch diese Fasern ist die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* noch und vor Allem durch eine grosse Zahl von Ganglien aus-

gezeichnet. Dieselben sitzen grösser oder kleiner, selbst mikroskopisch, an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, so viel man bisher weiss, an den *Nervi carotici*, im *Plexus pharyngeus*, im Herzen, an der Lungenwurzel und in den Lungen hie und da, an der hinteren Wand der Harnblase, in der Muskelsubstanz des *Collum uteri* des Schweines, an den *Plexus cavernosi*, in der Darmwand *(Remak, Meissner)*, den Lymphdrüsen *(Schaffner)*, am *Ureter*, dem *Vas deferens*, dem *Pancreaticus* und den Gallengängen der Vögel *(Manz)*, und sollen in Bezug auf ihre Ausbreitung bei den Eingeweiden besprochen werden. Hier will ich im Allgemeinen von ihnen bemerken, dass sie in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Ganglienzellen und auf den Ursprung feiner Fasern ganz wie die Grenzstrangganglien sich verhalten. In Bezug auf den letzten Punkt mag namentlich hervorgehoben werden, dass an Einem Orte das Entspringen von Nervenfasern von unipolaren Zellen und die Seltenheit der doppelten Faserursprünge besonders schön zu beobachten ist, nämlich in der Scheidewand des Froschherzens (Fig. 189), wo auch *R. Wagner* ihr Vorkommen zugibt. Mithin sind auch diese Ganglien Quellen von Nervenfasern und die austretenden Aeste immer reicher an solchen als die Wurzeln, vorausgesetzt, dass die Fasern nur nach Einer Richtung austreten, was wohl an den meisten Orten der Fall sein möchte. — Auch davon überzeugt man sich hier aufs leichteste, dass viele Zellen apolar ohne Ursprünge sind (Fig. 189), am besten wiederum an den Herzganglien und in kleinen Ganglien an der Wand der Harnblase von *Bombinator*, bei denen, wie auch bei ähnlichen Ganglien des Frosches die Verhältnisse möglichst klar vor Augen liegen.

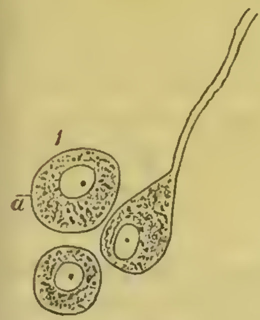


Fig. 189.

Wie die aus diesen verschiedenen Gegenden, den *Rami communicantes*, den Grenzstrangknoten und den peripherischen Ganglien, entspringenden Nervenröhren in ihrer Ausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherischen Aeste verbinden sich mit anderen Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus*, von denen ich den letztern, der fast nur feine und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den andern Halsganglien entstandenen Ast ansehe; ferner die Theile der *RR. comm.*, die peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci, pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf nachgewiesen ist, ist Folgendes: 1) Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen des *Sympathicus* Theilungen vor, so an den Nerven der Milz, der *Pacini*'schen Körperchen im *Mesenterium*, an den Nerven, die die Gefässe im *Mesenterium* des Frosches begleiten, an denen seitlich am Uterus von Nagethieren, dann der Lunge, des Herzens und des Magens des Frosches und Kaninchens, der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, in

Fig. 189. Ganglienkugeln aus den Herzganglien des Frosches, 350mal vergr., eine mit einer entspringenden Nervenröhre.

Aesten des *Sympathicus* des Störes, an den Herznerven der Amphibien, an den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen, an denen des *Peritonaeum* des Menschen und der Maus, und der Thränen- und Speicheldrüsen. 2) Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales, lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist, die zwar noch im Innern der genannten Organe einzelne stärkere Nervenröhren enthalten, schliesslich jedoch dieselben verlieren. — Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind dagegen noch wenig bekannt, da jedoch, wo es möglich gewesen ist, denselben nachzugehen, hat sich ergeben, dass dieselben in marklose kernhaltige, embryonale Fasern ausgehen, welche nach reichlicher Netzbildung der feinsten Stämmchen und z. Th. der Nervenfasern selbst schliesslich frei enden (*Meissner, Billroth, Manz, Krause*, ich).

Was die Bedeutung der sogenannten *Remak*'schen Fasern anlangt, so stimmen zwar immer noch manche Forscher der zuerst von *Valentin* (Repert. 1838. S. 72. *Müll.* Arch. 1839. S. 107) vertheidigten Ansicht bei, dass dieselben keine Nervenröhren seien, sondern zum Bindegewebe der Nerven zählen, doch gewinnt offenbar die Ansicht von *Remak*, dass dieselben Nervenfasern seien, immer mehr Boden und droht selbst die gegentheilige Meinung ganz zu verdrängen, namentlich seit *Remak* in neuerer Zeit unumwunden erklärt hat (l. i. c.), dass Alles, was er je unter dem Namen organischer, grauer, kernhaltiger Nervenfasern beschrieben habe, Nervenfasern seien. Da nun auch unsere ersten Forscher in diesem Gebiete auf diese Seite sich neigen, so halte ich es für nöthig, mit eben der Bestimmtheit, wie *Remak* die seinige, die Ansicht zu vertreten, dass ein guter Theil dieser Bildung nur Bindegewebe ist. *Remak* schildert jetzt die fraglichen Fasern, die er nun »gangliöse« nennt, als Axencylinder mit zarten kernhaltigen Hüllen. Die ersten verästeln sich nicht selten und zeigen an den Verästelungswinkeln bipolare oder multipolare kernhaltige gelbliche Körner, kaum grösser als eine Lymphzelle, im chemischen Verhalten Ganglienzellen sehr ähnlich, die er »gangliöse Körner« nennt. Diese Körner finden sich im *Sympathicus* in grossen Mengen, theils in den Nerven selbst, theils an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier bis zu 50 und darüber von der Substanz der Ganglienkugel ausgehen, um Bündel gangliöser Fasern zu bilden. Aehnliche feine gangliöse Fasern entspringen von allen Punkten der Oberfläche der Ganglienkugeln der Spinalganglien, welche die die Kugeln umhüllenden dicken Capseln bilden und an deren einem Pole zu Bündeln sich vereinigen, um die ächten Fortsätze der Ganglienkugeln zu umgeben. — Mit diesen Worten zeichnet *Remak* jedem Mikroskopiker unverkennbar die äussern Scheiden der Ganglienkugeln und ihre Fortsetzung in die Nerven hinein und sind seine gangliösen Körner nichts anders als die Kerne dieser Scheiden und der von ihnen entspringenden Fasern; statt jedoch wie Andere die Scheiden einfach als unwesentliche Hüllen zu betrachten, lässt er sie von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen und stempelt sie so zu nervösen Elementen. Diess ist entschieden falsch. Es liegen die Ganglienkugeln mit ganz glatter Oberfläche umhüllt von ihren Zellenhüllen innerhalb der kernhaltigen Scheide, und wird es Niemand gelingen, auch nur die geringste Verbindung zwischen beiden zu finden; da nun auch sonst nicht der leiseste Grund vorhanden ist, ihre Scheiden für nervös zu halten, so bleibt eben die alte Ansicht stehen, dass dieselben unwesentliche Umhüllungsgebilde sind. Was die *Remak*'schen Fasern in den Nerven selbst anlangt, so kann ich wenigstens für die netzförmig verbundenen unter denselben mit »gangliösen Körnern« in den Anschwellungen, die ich zuerst bei *Remak* selbst sah, mit Entschiedenheit versichern, dass dieselben nichts als das von mir früher sogenannte netzförmige Bindegewebe und die Körner einfache Kerne sind, Bildungen, die ich übrigens jetzt als Netze von Bindegewebskörperchen erkannt und in ihrer weiten Verbreitung nachgewiesen

habe (s. §. 25). Was dagegen die geraden kernhaltigen Fasern des *Sympathicus* betrifft, die mit embryonalen Fasern übereinzustimmen scheinen, spreche ich mich jetzt entschieden dahin aus, dass dieselben Nervenfasern sind. Eine neue Untersuchung dieser Fasern hat mir gezeigt, dass dieselben chemisch sehr wesentlich vom Bindegewebe sich unterscheiden, indem sie beim Kochen nicht durchsichtig und gallertig werden und sich nicht auflösen, vielmehr gerade wie Muskelfasern und Bindegewebskörperchen trübe und undurchsichtig werden. Ebenso verhalten sie sich auch gegen sehr verdünnte Säuren ganz wie die genannten zwei Gewebstheile. Da nun bei den genannten Fasern an glatte Muskeln und Bindegewebskörperchen nicht zu denken ist, so wird wohl nichts anderes übrig bleiben, als dieselben für nervöse Elemente zu halten. Der Bau dieser Fasern ist übrigens noch lange nicht hinreichend bekannt. *M. Schultze* glaubte gesehen zu haben, dass die grauen Fasern der Eingeweidenerven einen besondern herausdrückbaren feinkörnigen Inhalt haben, in dem die Kerne liegen, und ich habe oben von den blassen Fasern der Milznerven gemeldet, dass sie ganz aus feinen, Axencylindern ähnlichen Fäden und kleinen Spindelzellen dazwischen bestehen (§. 115). An Einem Orte, nämlich im Herzen des Frosches, habe ich auch den Ursprung blasser Fasern von ächten Ganglienzellen bestimmt nachgewiesen, was wohl geeignet scheint, selbst die letzten Zweifel zu beseitigen. Immerhin wäre es erwünscht, wenn es auch an andern Orten gelänge, solche Ursprünge nachzuweisen und überhaupt den Bau dieser Fasern genauer aufzuhellen.

In neuerer Zeit (l. c.) hat *Remak* eine ganz neue Darstellung des Faserverlaufes im *Sympathicus* gegeben, die sich auf die von ihm schon im Jahre 1837 gemachte Entdeckung multipolarer Zellen in sympathischen Ganglien gründet. Nach *R.* führt der obere Ast eines jeden *Ram. communicans*, den er *spinalis* nennt, dem *Sympathicus* Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven zu, welche im nächsten sympathischen Ganglion oder in dem darauffolgenden mit den multipolaren Zellen derselben sich verbinden. Aus eben diesen Zellen entspringen dann gröbere und feinere dunkelrandige und auch marklose Fasern, welche theils durch den untern Ast des *R. communicans* oder den *R. comm. sympathicus* an die Rückenmarksnerven zur peripherischen Verbreitung sich anschliessen, theils in die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* selbst übergehen, in welcher sie, je nach der Zahl der peripherischen Ganglien, noch ein oder mehrere Male mit multipolaren Zellen sich verbinden, die natürlich auch ihrerseits wieder peripherische Aeste abgeben. Der *Sympathicus* würde mithin entgegen der bisherigen Annahme keine spinalen Nervenfasern enthalten, die einfach in der Bahn desselben, jedoch ohne mit seinen Elementen sich zu verbinden, peripherisch verlaufen, und ebenso auch keine für sich verlaufenden eigenen Fasern besitzen, sondern erschiene als eine Summe vieler Rückenmarksnerven, deren Elemente vielfach sich theilen und an den Theilungsstellen Ganglienzellen führen. Durch diese Zellen und die vielen peripherisch von denselben abtretenden Röhren wäre die Selbständigkeit des *Sympathicus* gewahrt und die Faservermehrung erklärt, und zugleich auch die Auffassung der physiologischen Vorgänge viel mundgerechter gemacht, als bei der bisherigen Darstellung. Schade nur, dass *Remak* die Beweise für seine in kurzen Zügen hingeworfene Hypothese beizubringen vergessen hat. Das einzige thatsächlich Sichere an *R.'s* Darstellung scheint mir das zu sein, dass die sympathischen Ganglien multipolare Zellen enthalten, wovon ich selbst, zuerst an Präparaten von *Remak*, mich überzeugte. Nicht bewiesen hat dagegen *R.*, dass die unipolaren Zellen, die, wie er selbst zugesteht (p. 4), in den symp. Ganglien der Fische, Batrachier und am Kopfe der Säugethiere fast allein vorkommen, mit ihrem einfachen Fortsatze sich immer verästeln, und noch weniger möchte ein Unbefangener seine Darstellung des Verlaufes der Fasern der *Rami communicantes* und der Ausläufer der multipolaren Zellen als durch Thatsachen belegt ansehen können. Ich halte diesen *Remak*'schen Behauptungen folgende Thatsachen gegenüber: 1) Wie ich zuerst gezeigt habe und auch jetzt bestimmt behaupte, gehen die so häufig vorkommenden einfachen Fortsätze sympathischer Nervenzellen die meisten, ohne sich zu theilen, in dunkelrandige Fasern über. 2) Die von den sympathischen Nervenzellen entspringenden Fasern sind, abgesehen von den Stellen, wo nur blasse Fasern von ihnen entspringen (siehe oben), ohne Ausnahme feine, nie mitteldicke oder dicke, und kann daher keine Rede davon sein, die mitteldicken oder dicken Fasern in der peripherischen Ausbreitung des *Sympathicus*

von den Zellen der Ganglien derselben abzuleiten. 3) Die Fasern des *Ramus communicans spinalis* verlaufen immer in dichten Bündeln durch den Grenzstrang und seine Ganglien peripherisch weiter und halte ich es für ausgemacht, dass die grosse Mehrzahl derselben mit den Nervenzellen der sympathischen Ganglien nichts zu thun hat. Diesen Thatsachen gegenüber kann *Remak's* Darstellung, die offenbar grösstentheils Hypothese ist — denn welcher nur etwas in diesen Sachen Bewanderte wird es für möglich halten, an Durchschnitten von Ganglien den Faserverlauf so genau zu verfolgen, wie *R.* meldet — keinen nachhaltigen Werth haben. Immerhin ist, wie ich glaube, die Wissenschaft demselben für den Nachweis der multipolaren Zellen sehr zu Dank verpflichtet und bin ich auch der Meinung, dass eine genauere Verfolgung derselben werthvolle Aufschlüsse über die Verrichtung des *Sympathicus* ergeben wird. Namentlich wird man jetzt weiter zu erforschen haben, ob die Fortsätze einer Zelle sensibel und motorisch sind, ob dieselben zur Verknüpfung weit entfernter Zellen dienen und ob vielleicht die spinalen Fasern des *Sympathicus* doch entweder durch Aeste oder in den peripherischen Ganglien, in denen jedoch, wie im Herzen (ich) und im Darme (*Manz*, *Krause*) keine multipolaren Zellen vorzukommen scheinen, wogegen *Kollmann* beim Kinde solche gesehen zu haben glaubt, mit solchen Zellen sich verbinden.

§. 132.

Entwickelung der Elemente des Nervensystems. Die Nervenzellen sind, wo sie auch vorkommen, nichts als Umwandlungen der sogenannten Embryonalzellen, welche die einen einfach sich vergrössern, die andern auch in eine verschiedene Zahl von Fortsätzen auswachsen, und zum Theil wenigstens mit Nervenfasern sich in Verbindung setzen.

Manche Nervenzellen scheinen auch später durch Theilung sich zu vermehren, wenigstens weiss ich das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere, besonders in den Ganglien, und von verschiedenen Beobachtern gesehene, durch kurze Verbindungsfäden zusammenhängende Zellen nicht anders zu deuten.

Die peripherischen Nervenröhren entstehen alle an Ort und Stelle, entwickeln sich jedoch so weiter, dass immer die centralen Enden den peripherischen voran sind. Mit Ausnahme der Nervenenden entwickeln sich dieselben aus spindelförmigen kernhaltigen Zellen, welche nichts anderes als Umwandlungen der ursprünglichen Bildungszellen der Embryonen sind, und zu blassen, platten, langen, kernhaltigen Röhren oder Fasern von 0,001—0,003''' Breite sich verbinden. Anfangs nun bestehen die Nerven nur aus solchen Fasern und aus den Anlagen des Neurilems und sind grau oder mattweiss, später, bei menschlichen Embryonen vom vierten oder fünften Monate an, werden sie immer weisslicher und entwickelt sich in ihren Fasern die eigentliche weisse oder Marksubstanz immer mehr, wie, ist noch nicht genau erkannt. In neuester Zeit hat *Harting* an die Möglichkeit gedacht, dass die Axencylinder die eigentlichen Fortsätze der embryonalen Nervenzellen seien, welche dann die Nervenscheide als secundäre Hülle analog den äussern Zellmembranen und schliesslich auch das Mark absondern, eine Auffassung die Manches für sich hat und besonders auch durch das Vorkommen von scheinbar hüllenlosen Nervenzellen in den Centralorganen unterstützt wird. (Siehe oben §. 116. Anm.)

Die Entwickelung der Nervenendigungen, die in einiger Beziehung anders sich zu verhalten scheint, als die der Nervenstämme, kann, wie ich gezeigt habe (*Annal. d. sc. nat.* 1846, p. 102. Tab. 6. 7.), im Schwanze der

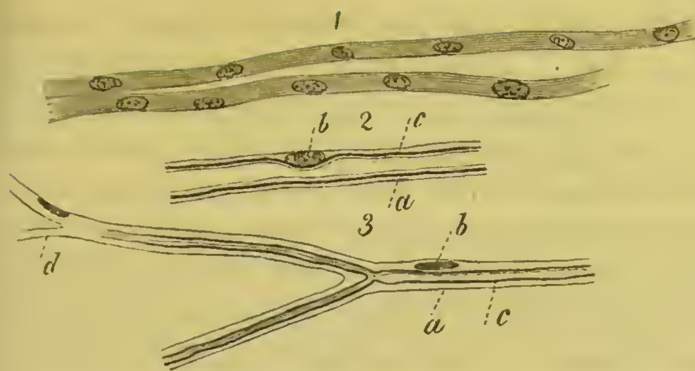


Fig. 190.

Larven nackter Amphibien mit Leichtigkeit verfolgt werden (Fig. 190, 3. Fig. 191). Hier finden sich, wie schon *Schwann* meldet (p. 177), als erste Anlage der Nerven blasse, verästelte, 0,001 — 0,002''' messende Fasern, die stellenweise zusammenhängen und Alle schliesslich in feinste Fäserchen von 0,0002—0,0004''' frei ausgehen. Es hat nicht die geringsten Schwierigkeiten, zu zeigen, dass diese Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger oder sternförmiger Zellen entstehen, denn man sieht erstens solche Zellen theils noch für sich dicht an denselben anliegen, theils mehr oder weniger mit ihren Ausläufern verbunden, und findet zweitens an den etwas angeschwollenen Theilungsstellen der Fasern deutliche Zellenkerne und, wenigstens bei jungen Larven, neben denselben die bekannten eckigen Dotterkörperchen, die anfänglich alle Zellen der Embryonen erfüllen. Anfänglich nun ist die Zahl der blassen embryonalen Nerven sehr gering und beschränkt sich auf einige kurze, dicht neben der Muskulatur des Schwanzes gelegene Stämme, nach und nach aber entwickeln sich dieselben in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie weiter in die durchsichtigen Theile der Schwänze hinein, dadurch, dass immer neue Zellen mit den vorhandenen Stämmen sich verbinden, während diese auch selbst fast wie die Capillaren derselben Larven, durch zarte Ausläufer unmittelbar sich vereinen. —

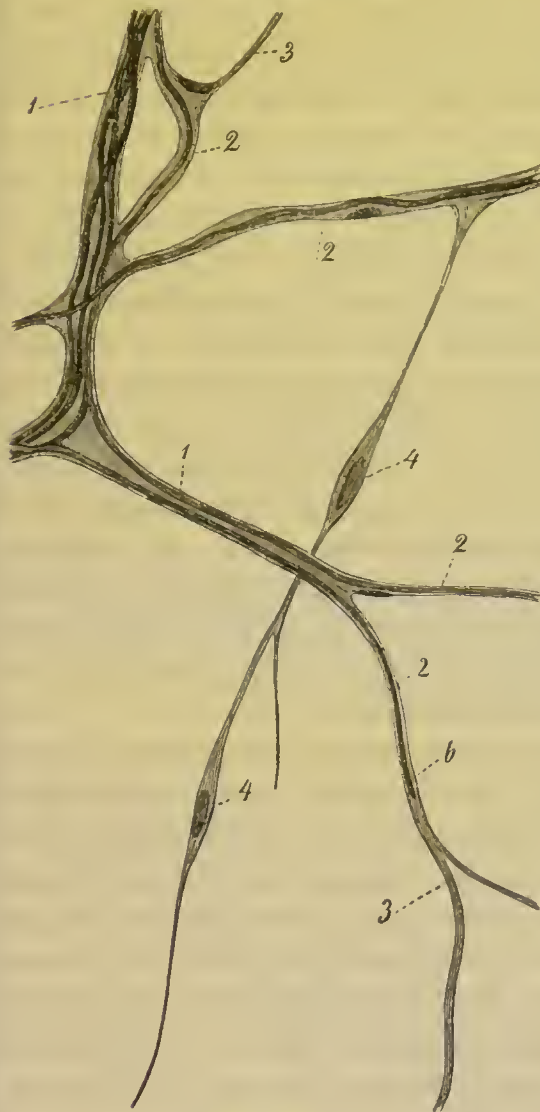


Fig. 191.

Fig. 190. 1. Zwei Nervenfasern aus dem *Nervus ischiadicus* eines 16 Wochen alten Embryo. 2. Nervenröhre von einem neugeborenen Kaninchen; *a.* Hülle derselben, *b.* Kern, *c.* Markscheide. 3. Nervenfaser aus dem Schwanze einer Froschlarve, *a. b. c.* wie vorhin. Bei *d.* ist die Faser noch von embryonalem Charakter; die dunkelrandige Faser zeigt eine Theilung.

Fig. 191. Nerven aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. 1. Embryonale Nervenfasern, in denen sich mehr als Eine dunkelrandige Röhre entwickelt hat. 2. Solche, die nur Eine solche enthalten, die in der einen Faser bei *b* aufhört. 3. Embryonale blasse Fasern. 4. Untereinander und mit einer fertigen Nervenfaser verbundene spindelförmige Zellen.

Sind diese feinen Verästelungen, über deren nervöse Bedeutung wohl kaum Zweifel obwalten können, wenn man sieht, dass die Larven, die sie führen, schon sehr lebhaft empfinden, einmal angelegt, so zeigen sie dann noch folgende weitere Veränderungen. Indem die Fasern allmählich zum zwei- bis vierfachen ihres ursprünglichen Durchmessers sich verdicken, entwickeln sie nach und nach, und zwar von den Stämmen nach den Aesten zu, dunkelrandige feine Primitivfasern in sich, deren Entwickelung nicht weiter verfolgt ist. Auffallend sind hierbei folgende, bei höheren Thieren noch nicht gesehene Verhältnisse. 1) Wo eine blasse embryonale Faser gabelförmig sich spaltet, bildet sich hie und da, obschon nicht immer, auch eine Theilung der in ihr sich entwickelnden dunkelrandigen Röhre aus. 2) Die dunkelrandigen Röhren erfüllen die blassen Fasern, in denen sie entstehen, fast nie ganz, sondern meist bleibt ein Zwischenraum, häufig von demselben Durchmesser, den sie selbst darbieten, zwischen ihnen und der Hülle der embryonalen Fasern übrig, in welchem dann hie und da die Kerne der ursprünglichen Bildungszellen zu sehen sind. 3) In den Stämmen und Hauptästen der embryonalen Fasern entwickeln sich ganz unzweifelhaft mehrere (2—4) dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben embryonalen Faser, ein sehr merkwürdiges Verhalten, das zu beweisen scheint, dass es auch peripherische dunkelrandige Röhren ohne structurlose Scheide gibt (vgl. S. 284), und welches an die Muskelbündel erinnert, bei denen ebenfalls innerhalb einer Röhre eine Mehrzahl von feineren Elementen entstehen. — Da die Schwänze der Froschlarven später abfallen, so kann man leider ihre lehrreichen Nerven nicht bis zu einer solchen Vollendung verfolgen, wie die anderer Orte. Doch sieht man bei den ältesten Larven, dass dieselben etwas dicker sind, als anfänglich, und an der Peripherie theils schlingenförmig umbiegen, theils mit freien Enden ausgehen, so jedoch, dass die anfänglichen blassen Fasern immer noch da sind und, von den dunkelrandigen ausgehend, eine feine letzte Nervenausbreitung mit Anastomosen und freien Enden bilden.

Ich hätte nicht so lange bei den Nerven der Froschlarven verweilt, wenn nicht ähnliche Verhältnisse höchst wahrscheinlich noch bei vielen andern Nervenendigungen sich fänden. Sicher ist diess für diejenigen der elektrischen Organe der Rochen, die selbst entwickelt in Vielem mit denen älterer Froschlarven übereinstimmen und, wie *Ecker* gezeigt hat (Zeitschrift für wiss. Zoologie 1849. S. 38), gerade ebenso sich entwickeln. Auch die Nerven in der Haut der Maus und des Darmes (ich, *Billroth*), in den quergestreiften Muskeln (*Kühne*, ich), im Herzen und den glatten Muskeln (ich) gehören offenbar hierher, und so möchte die Zukunft lehren, dass überall, wo peripherisch Nerventheilungen sich finden, die Entwickelung im Wesentlichen ebenso vor sich geht, wie ich es hier beschrieben.

Ueber die Entwickelung der Nervenfasern in den Centralorganen besitzen wir keine entscheidenden Untersuchungen und ist das in dieser Beziehung Bekannte in der Anmerkung besprochen.

Mit Bezug auf die späteren Veränderungen der Nervenröhren ist schon bemerkt worden, dass dieselben zum Theil sehr beträchtlich an Dicke zunehmen. Nach *Harting* (l. c. p. 75) messen die noch nicht dunkelrandigen Nervenfasern des *Medianus* eines viermonatlichen menschlichen Fötus im Mittel 3,4 mmm, bei einem Neugeborenen 10,4 mmm, bei Erwachsenen 16,6 mmm. Die

Dickenzunahme der Nerven selbst scheint nach *Harting* vom vierten Monate an einzig und allein auf Rechnung der Vergrösserung der schon vorhandenen Elemente zu kommen, da schon der Fötus und Neugeborene dieselbe Zahl von Primitivfasern besitzen, wie der Erwachsene.

Alle meine früheren Angaben (Mikr. Anat. u. Handb. 3. Aufl.), wornach die Nervenfasern des Gehirns zuerst als spindelförmige Gebilde mit Kernen auftreten, sind mir zweifelhaft geworden, seit ich das Zellenreticulum der Bindesubstanz im centralen Nervensysteme kennen gelernt und Gelegenheit gehabt habe, die Beobachtungen von *Kupffer*, *Bidder* und *Remak* über die Entwickelung der weissen Rückenmarksstränge und Nervenwurzeln beim Embryo zu bestätigen (Entwickelungsg. S. 256—267). Diesen Erfahrungen zufolge bestehen die letztgenannten Theile anfänglich ganz und gar aus feinen Fäserchen ohne Beimengung von Kernen oder Zellen, von denen *Bidder* und *Kupffer* es für möglich halten, dass sie aus den Nervenzellen hervorwachsen und annehmen, dass sie nur die Axencylinder seien, um welche dann später in einem zwischen dieselben eingelagerten Blasteme aus neugebildeten Zellen die Nervenscheide und das Mark sich bilde. Auch ich kann nicht anders als annehmen, dass die Nervenfasern von Gehirn und Mark einfach als Ausläufer der Nervenzellen sich bilden und dass keinerlei andere Zellen an der Bildung derselben Antheil nehmen, womit auch das stimmt, dass an diesen Fasern allein eine kernhaltige Scheide fehlt. Die Bindesubstanzzellen der weissen Substanz, die anfänglich nicht vorhanden sind, bilden sich wahrscheinlich von der *Pia mater* aus gleichzeitig mit den Gefässen in das Innere des Markes hinein, wobei es jedoch vorläufig unentschieden bleibt, ob in der grauen Substanz diese Zellen selbständig, d. h. aus einem Theile der ursprünglichen Bildungszellen sich entwickeln oder auch in diese von aussen sich hereinbilden.

Angenommen, die Nervenröhren der weissen Substanz seien einfach Fortsätze der Nervenzellen, so ist dann die weitere Frage die, wie dieselben mit den peripherischen unzweifelhaft aus Zellen sich entwickelnden Anlagen der Nervenfasern sich verbinden. Hier sind zwei Möglichkeiten denkbar. Entweder es gehören die peripherischen Zellennetze (Fig. 191) zur umhüllenden Bindesubstanz und sind Netze von Bindegewebskörperchen, in deren Röhrensystem, d. h. die verschmolzenen Zellenlumina, die Ausläufer der centralen Zellen als Axencylinder hineinwachsen, oder es sind diese Zellennetze wirklich nervöse Elemente und verschmelzen mit den Ausläufern der centralen Zellen in derselben Weise, wie sonst Zellenausläufer untereinander sich verbinden. — Die Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten ist sehr schwierig und bin ich trotz aller Ueberlegung bisher zu keinem sichern Endziele gelangt. Bei der ersten Auffassung würden alle kernhaltigen Scheiden von peripherischen Nervenfasern und Ganglienzellen als aus verschmolzenen Bindesubstanzzellen gebildet anzusehen sein und den Scheiden ähnlicher Zellen im centralen Nervensysteme entsprechen, allein dann bliebe zu erklären, wie die Fortsätze der centralen Zellen, die im Marke nur zwischen den Bindesubstanzzellen in den von Netzen dieser Zellen gebildeten Fächern liegen, an der Peripherie in das Innere dieser Zellen hineingelangen. Ferner wäre das Eindringen von Fortsätzen von Zellen — denn den Werth von Zellen behalten die centralen Zellen doch, auch wenn später eine Hülle an ihnen vielleicht nicht angenommen werden kann — in die Höhlungen anderer Zellen und der weite Verlauf innerhalb solcher doch gewiss auch etwas sehr Auffallendes. — Bei der zweiten Auffassung hätte man anzunehmen, dass die Fortsätze der centralen Zellen, obschon anfänglich ohne nachweisbare Hüllen, doch ausserhalb des Markes und Hirnes solche zeigen, welche denn eben die zarten Nervenscheiden wären. Bei der Verschmelzung mit dem peripherischen Zellennetze würden dann diese Hüllen mit den Membranen dieser Zellen verschmelzen, so dass somit die Axencylinder in das Innere des von diesen Zellen gebildeten Kanalsystemes zu liegen kämen, wo sie dann immerhin selbständig weiter wuchern und durch Theilungen sich verdoppeln könnten, was das Vorkommen mehrerer Nervenröhren innerhalb Einer Scheide erklären würde. Für diese Auffassung scheint nun auch noch Folgendes zu sprechen, 1) das Vorkommen von entschieden nervösen Zellen an den Endigungen von blassen Nerven, wie sie bei niedern Thieren, besonders nach *Leydig's* Untersuchungen so häufig sind und bei Wirbelthieren in den höhern Sinnesorga-

nen sich finden. 2) Die Verbindung gewisser Nervenenden mit Massen, die verschmolzenen Zellen gleichwerthig sind, wie in gewissen elektrischen Organen (*Raja, Mormyrus, Gymnotus*). 3) Das Vorkommen entschieden nervöser Netze an den Enden blasser kernhaltiger Fasern (*Torpedo*). 4) Endlich das häufige Auftreten kernhaltiger blasser Fasern ohne nachweisbare Scheide an den Enden von Nerven (Muskeln, Haut u. s. w.). Alle diese Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass auch die unmittelbar vor den Enden gelegenen Zellennetze, die mit der Entwickelung dunkelrandiger Nervenfasern zusammenhängen, nervöser Natur sind, ich kann jedoch nicht umhin zu bemerken, dass dieselben alle auch bei der erstern Auffassung sich begreifen lassen, nach welcher die kernhaltigen Scheiden die Bedeutung von verschmolzenen Bindesubstanzzellen haben. In diesem Falle hätte man anzunehmen, dass schliesslich die Fortsätze der Nervenzellen oder die Axencylinder wieder frei werden und dass nur diese mit den entschieden nervösen Endzellen zusammenhängen und die Endnetze und Endfasern bilden, eine Auffassung, für welche die zahlreichen schönen Beobachtungen *M. Schultze's* über die höhern Sinnesorgane und elektrischen Organe vielfältige Bestätigung abgeben. Die Schlussfolgerungen sind, je nachdem man der einen oder andern Ansicht folgt, sehr verschieden. Fasst man alle kernhaltigen Scheiden als Bindesubstanzzellen auf, so hat man anzunehmen, 1) dass die Nervenfasern in ihrer ganzen Länge nichts als Fortsätze der Nervenzellen sind, die ununterbrochen bis zur Peripherie wuchern und erst hier in gewissen Fällen mit nervösen Endzellen sich verbinden, 2) dass das Nervenmark ein Erzeugniss dieser Zellenfortsätze ist, 3) dass alle Nervenfasern ohne Ausnahme, auch die peripherischen, einer Hülle entbehren, die einer Zellmembran gleichwerthig ist, oder wenigstens eine solche nicht nachweisen lassen. Folgt man dagegen der zweiten Anschauung, nach der die peripherischen bei der Entwickelung auftretenden Netze nervöse Elemente sind, so würde zu sagen sein, 1) dass die Nervenfasern durch die Verschmelzung ganzer Zellenreihen (der centralen Nervenzellen und der peripherischen Bildungszellen) sich bilden, 2) dass wenigstens alle peripherischen Fasern, mit Ausnahme der letzten Enden, bei denen die Sache zweifelhaft bliebe, deutliche Hüllen besitzen, die Zellmembranen entsprechen, und 3) dass das Nervenmark eine intracelluläre Ablagerung sei, indem in diesem Falle viele Gründe dafür sprächen, dass auch die centralen Fasern zarte Hüllen besitzen. — Die endgültige Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten wird die Entwickelungsgeschichte, vor Allem die genaue Verfolgung der Entwickelung der Nervenfasern in der Nähe von Nervenzellen zu geben haben, ich kann jedoch nicht umhin, schon jetzt zu erklären, dass ich für einmal eher geneigt bin, der erstern Auffassung beizupflichten.

In Betreff der bei Untersuchungen des Nervensystems anzuwendenden Methode ist in den vorhergehenden §§. schon Manches angeführt worden. Zur Erforschung des centralen Nervensystems dienen besonders zwei Methoden, einmal die Erhärtung in starkem Alkohol (*Stilling's* erste Methode, *Clarke*) und zweitens die in Chromsäure oder in doppelt-chromsaurem Kali (*Eigenbrodt*, ich). Die erste gibt sehr schöne Präparate, wenn man wie *Clarke* die mit einem befeuchteten Rasirmesser entnommenen Schnitte erst 1 oder 2 Stunden in einer Mischung von 1 Th. Essigsäure und 3 Th. Weingeist liegen lässt, dann wieder in Weingeist bringt und nach 1—2 St. in Terpentinöl legt, welches den Weingeist austreibt und den Schnitt ganz durchsichtig macht, so dass er dann in Canadabalsam aufbewahrt werden kann. Der Nachtheil solcher Präparate liegt darin, dass das Mark der Nervenröhren ganz durchsichtig wird, so dass nur noch die Axencylinder deutlich bleiben und ihr Verlauf nicht immer leicht zu verfolgen und eine Unterscheidung von den Ausläufern der Zellen kaum möglich ist. Die zweite zuerst von mir in einem ausgedehnten Maassstabe befolgte und jetzt ziemlich allgemein angenommene Methode gibt ausgezeichnete Präparate, wenn man beim Erhärten vorsichtig ist. Ich ziehe jetzt doppelt-chromsaures Kali der Chromsäure vor, die die Schnitte leicht zu spröde macht, und lege das Hauptgewicht auf das wiederholte Wechseln der Flüssigkeit. Man beginne mit 1—2 % Lösungen und gehe allmählich zu 3—4 %, bis die Präparate in allen Theilen gut erhärtet sind. Zum Durchsichtigmachen feiner Schnitte ist ein Hauptmittel verdünntes Natron, welches namentlich die graue Substanz aufhellt und den Verlauf der dunkelrandig erscheinenden Nervenröhren verfolgen lässt, welchen Dienst auch verdünnte Schwefelsäure leistet (*Bidder* und *Kupffer*). Will man die Präparate aufheben, so wasche man das Natron aus

und lege sie in verdünntes Glycerin oder in Chlorcalcium. In neuester Zeit ist nun noch die von *Gerlach* eingeführte Färbung mit Carmin dazugekommen, welche sowohl bei Alkohol- als Chromsäurepräparaten angewendet werden kann und verbunden mit *Clarke's* Methode ausgezeichnet schöne Präparate gibt, über deren Anfertigung im Einzelnen die Arbeiten von *Stilling*, *Goll* und *Reissner* nachzusehn sind. — Gehirn und Mark erforscht man am Besten beim Menschen, die Elemente der Ganglien eben so, den Faserverlauf in denselben dagegen und die Nervenendigungen vor Allem bei kleinen Säugethieren und erst in zweiter Linie beim Menschen. Zum Aufsuchen der kleinen Ganglien im Herzen empfiehlt *Ludwig* die Behandlung mit Phosphorsäure und Iodwasserstoff-Iodlösung, letztere so verdünnt, dass sie einen Stich ins Braune hat. Ich finde für alle peripherischen Nervenenden die von mir bei Gelegenheit der Muskelnerven aufgeführten Methoden (s. §. 90) ausgezeichnet, vor Allem die sehr verdünnte Essigsäure, nur beachte man, dass dieselbe die markhaltigen feineren Röhren erblassen macht und dass man immer auch frischer Stücke und des verdünnten Natrons sich zu bedienen hat, wenn man über die Verbreitung solcher Elemente ins Klare kommen will. — Für die Entwickelung eignen sich menschliche und Säugethier-Embryonen ganz gut, doch vergesse man die Batrachierlarven und bei gegebener Gelegenheit die elektrischen Organe der Rochen-Embryonen nicht, bei denen die Verhältnisse weitaus am Klarsten vorliegen.

Literatur der Nerven. Elemente des Nervensystems: *C. G. Ehrenberg*, Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin 1836; *G. Valentin*, in *Müll.* Arch. 1839, p. 139; 1840, p. 218; im Repertorium von *Valentin* 1838, p. 77; 1840, p. 78; 1841, p. 96; 1843, p. 96, und: Hirn- und Nervenlehre, Leipzig 1841; *J. E. Purkyně*, im Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, im Jahr 1837. Prag 1838, p. 177 und in *Müll.* Arch. 1845, p. 281; *R. Remak*, in *Müll.* Arch. 1841, p. 506; 1844, p. 461; *J. F. Rosenthal*, *De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl.* 1839; *R. Wagner*, Neurol. Unters. Gött. 1854; *Remak*, Bau d. Nervenfas. u. Ganglienkugeln im Berichte von Wiesbaden, 1853, p. 182; Ueb. gangliöse Nervenfasern in Berl. Monatsber. 1852; Ueb. multipol. Ganglienzellen. Ebendas. 1854; Neurol. Beobachtung in Deutsche Klinik 1855; Nr. 27; *Ch. Robin*, *Sur le perinèvre* in *Arch. gén.* 1854, p. 323; *Schiff*, Neurol. Notiz in Arch. d. Ver. f. g. Arb. I.

Centralorgane: *Volkmann*, Art. »Nervenphysiologie in *Wagn.* Handwörterb. II; *Stilling* und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1842; *Stilling*, Ueber die *Medulla oblongata*. Erlangen 1843; Untersuchungen über den Bau u. Verrichtungen des Gehirns. I. Ueber den Bau der Varolischen Brücke. Jena 1846; *Lockhart Clarke*, in *Phil. Transact.* 1851—53; *On the anatomy of the spinal cord* in *Beale's Archives of medicine III. p.* 200; *Researches on the intimate structure of the brain* in *Proceedings of the Royal Society Vol. VIII. Nr.* 27 und *Phil. Transact.* 1858. I; *Further researches on the grey subst. of the spinal cord* in *Phil. Transact.* 1859. I. p. 437; *Schilling*, *De medulla spin. Dorp.* 1852; *Owsjannikow*, *De medullae spin. inprimis in piscibus str. Dorp.* 1854. *Diss.*; *Kupffer*, *De med. spinal. text. in ranis. Dorp.* 1854. *Diss.*; *Metzler*, *De med. spinal. avium textura. Dorp.* 1855. *Diss.*; *Schröder v. d. Kolk*, *Anat. phys. onderzoek over het ruggemerg. Amst.* 1854; *Bratsch* und *Ranchner*, Zur Anat. d. Rückenmarks. Erl. 1855; *v. Lenhossek*, Neue Unters. üb. d. f. Bau d. centr. Nervens. in Denkschr. d. W. Acad. X. 1855 und Beitr. z. Erört. d. hist. Verh. d. centr. Nervensystems in Wiener Sitzungsber. Bd. 30. S. 34; *Jacubowitsch*, Mikr. Unters. üb. d. Nervenursprünge in *Mél. biolog.* II. 1856. p. 374; Mitth. üb. d. f. Bau v. Gehirn u. Mark. Breslau 1857; *Rech. compar. sur le système nerveux* in *Compt. rendus* 1858, 30. Aug.; *Bidder* und *Kupffer*, Unters. üb. d. Text. des Rückenmarkes. Leipzig 1857; *Gratiolet*, *Note sur la structure du syst. nerv.* in *Compt. rend.* 1855, p. 22; *Stilling*, Neue Unters. üb. d. Bau des Rückenmarks. Cassel 1857—1859; *Kölliker*, Bau d. Rückenm. nied. Wirb. in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII; *Bergmann*, Notiz üb. e. Structurv. d. *Cerebellum* u. Rückenmarks in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. VIII. p. 360; *R. Berlin*, Beitr. z. Structurlehre d. Grosshirnwindungen. Erlangen 1858. Diss.; *J. Gerlach*, Mikr. Studien aus dem Gebiete der menschl. Morphologie. Erlangen 1858. 8 Taf.; *P. Owsjannikow*, in Arch. f. path. Anat. Bd. XV. p. 150; *R. Wagner*, krit. und exp. Unters. über d. Funct. d.

Hirns in Götting. Nachr. 1859. No. 6, 1860. No. 4; *H. Hess, De cerebelli gyrorum text. disq. Dorpat* 1858. *Diss.*; *J. Schröder v. d. Kolk, Von het fynere zamenstel en de werking van het verlengde ruggemerg. Amsterdam* 1858; *J. Kupffer, De cornu ammonis textura. Dorpat* 1859. *Diss.*; *E. Stephany,* Beitr. z. Histologie der Rinde des grossen Gehirns. Dorpat 1860; *F. Goll,* Beitr. z. fein. Anat. des menschl. Rückenmarks. Zürich 1860; *J. B. Trask, Contrib. to the anat. of the spinal cord. San Francisco* 1860; *E. v. Bochmann,* Ein Beitr. z. Histologie des Rückenmarkes. Dorpat 1860. Diss.; *J. Dean, Micr. Anat. of the lumbar enlargement of the spinal cord. Cambridge. America* 1861; *G. Walter,* Ueber d. fein. Bau d. *Bulbus olfactorius* in *Virch.* Arch. XXII. 1861. S. 241; *H. Luschka,* Der Hirnanhang u. die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860. 2 Taf.; *P. Owsjannikow,* Ueber d. feinere Structur des *Lobi olfactorii* der Säugethiere in *Müll.* Arch. 1860. S. 469; *L. Clarke,* Ueber den Bau des *Bulbus olfact.* u. der Geruchsschleimhaut in Zeitschr. f. w. Zool. XI. S. 31; *E. Reissner,* Zur Kenntn. d. Rückenmarks von *Petromyzon fluviatilis* in *Müll.* Arch. 1860. S. 545; *L. Stieda,* Das Rückenmark u. e. Theile d. Gehirns von *Esox lucius. Dorpat* 1861. *Diss.*; *J. Traugott,* Beitr. z. f. Anat. d. Rückenm. v. *Rana temporaria. Dorpat* 1861. *Diss.*; *J. Wagner,* in *Müll.* Arch. 1861. 733. (Doppelter Centralcanal); *Uffelmann,* in *Henle's* Zeitschr. Bd. XIV. 1862. S. 232. (Graue Substanz des Hirns).

Peripherisches Nervensystem mit Inbegriff des *Sympathicus: R. Wagner,* Sympathischer Nerv, Ganglienstructur u. Nervenendigungen in *Wagner's* Handwb. d. Phys. Liefg. XIII. p. 360; Sympathische Ganglien des Herzens. Ibid. p. 452; *H. Stannius,* Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. Ferner im Archiv für phys. Heilk. 1850 und in Gött. Nachr. 1850, Nr. 5—16. 1851, Nr. 17; *J. N. Czermak,* Ueber die Hautnerven der Frösche in *Müll.* Arch. 1846. S. 352; Verästelung der Primitivfasern des *Nervus acusticus* in Zeitschr. f. w. Zool. II. 1850. S. 105; *E. G. Waller, Nouvelle méthode anatom. p. l'investig. du syst. nerv. Bonn* 1852. 4. und in *Müll.* Arch. 1852. S. 393; *C. Axmann,* Beitr. z. mikr. Anat. u. Phys. d. Gangliennervens. Berlin 1853; *A. Kölliker,* Ueber den Bau der grauen Nervenfasern der Geruchsnerven in Würzb. Verh. IV. S. 64; *Drummond, Art. Sympathet. nerve* in *Cycl. of Anat. XLVII; Küttner, De origine nervi sympath. ran. Dorpat* 1854. *Diss.*; *G. Meissner,* Ueber d. Nerven d. Darmwand in *Henle's* Zeitschr. Bd. VIII. Heft 2; *M. Krause,* Ueber Nervenendigungen in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. V. S. 28; Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860; Anatom. Untersuchungen 1861; *Billroth,* in *Müll.* Arch. 1858. S. 148. (Nervenendigung im Darm); *W. Manz,* Die Nerven und Ganglien des Säugethierdarmes. Freiberg 1859 und Freiburg. Ber. Jan. 1860. S. 163; *C. B. Reichert,* Ueber d. angeblich. Nervenanastomosen im *Strat. nerveum* der Darmschleimhaut in *Müll.* Arch. 1859. S. 531; *H. Hoyer,* in *Müll.* Arch. 1860. S. 543. (Nervenenden im Darm); *Reichert,* Ibid. 544; *Kollmann,* Ueber den Verlauf der *Vagi* in der Bauchhöhle in Zeitschr. f. w. Zool. X. 413; *A. v. Biesiadecki,* Ueber d. *Chiasma nervorum* in Wiener Sitzungsber. Bd. 42, 86 und *Moleschott's* Unters. Bd. VIII; *E. Reissner,* Neurol. Studien in *Müll.* Arch. 1861, p. 615 und 1862, p. 125.

Hüllen und Gefässe des Nervensystems: *Luschka* in *Müll.* Arch. 1852. p. 103 *(Pacchion. Granulat.)*; Die Adergeflechte des menschl. Hirns. Berlin 1855; *E. H. Ekker, De cerebri et med. spin. syst. vas. capill. Trajecti* 1853. *Diss.*; *Oegg,* Die Unters. u. d. Anordnung d. Gef. d. kl. Hirns. Aschaffenb. 1857. Diss.; *W. Krause, De vasis sanguiferis in cavo cranii. Diss. Kiow.* 1855; *E. Häckel* in *Virch.* Arch. XVI. 259 *(Plex. choroid.)*; *Virchow,* ibidem XVI. 180 (Pigment d. *Arachnoidea*); *L. Meyer* in *Virch.* Arch. XIX. 171 *(Pacchion. Granul.)*.

Elektrische Organe und eigenthümliche Nervenenden der Thiere. *R. Wagner,* Ueber den innern Bau der elektrischen Organe im Zitterrochen. Göttingen 1847; *Robin* in *Annal. d. sc. natur.* 1847 *(Raja)*; *H. Müller* in Würzb. Verh. II. 21 und 134 (*Torpedo* und Follikel der Plagiostomen); *Leydig* in *Müller's* Arch. 1854. S. 317 *(Raja)* und Anat. d. Rochen und Haie. 1852 (Follikel und Schleimkanäle); *Remak* in *Müll.* Arch. 1856. p. 467 *(Torpedo)*; *Kölliker,* Würzb. Verh. VIII *(Torpedo, Raja, Savi's* Follikel, Nervenkörperchen v. *Stomias)*; *C. Eckhard* in Beitr. z. Anat. und Phys. II. (Schleimkanäle der Plagiostomen); *A. Ecker* in Freib. Ber. No. 28. S. 472 und Unters. z. Ichthyologie. 1857. S. 29 *(Mormyri)*; *Bilharz,* Das elektr. Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857; *M. Schultze* in *Müll.* Arch. 1858. S. 193 *(Raja)* und Zur Kenntniss der elektr. Org. d. Fische. I und II.

Halle 1858 und 59 *(Torpedo, Gymnotus, Malapterurus)*; *C. Kupfer* und *W. Keferstein* in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. II. S. 344 (*Gymnotus* und *Mormyrus*); *Hartmann* in *Müll.* Arch. 1861. S. 646 (*Mormyrus, Torpedo, Malapterurus*); *C. Schultze* in *Müll.* Arch. 1861. S. 759 (Schleimkanäle und analoge Organe der nackten Amphibien).

Ausserdem vergleiche man die allgemeinen Werke von *Schwann, Henle, Valentin, Todd-Bowman,* mir, *Leydig, Frey,* die auch Abbildungen enthalten, die Jahresberichte von *Henle, Reichert* und *Hessling,* die sehr schönen Abbildungen bei *Ecker* (*Icon. phys. Tab. XIII* und *XIV*) und die bei der Haut, den Muskeln, Gefässen und den Sinnesorganen angeführten Schriften.

Von den Verdauungsorganen.

I. Vom Darmkanale.

§. 133.

Die Grundlage des Darmkanals wird gebildet von den sogenannten Darmhäuten. Die innerste derselben, die Schleimhaut, *Membrana mucosa,* entspricht in ihrem Baue der äusseren Haut und hat wie diese 1) einen aus Zellen gebildeten gefässlosen Ueberzug; das Oberhäutchen, *Epithelium,* 2) eine aus Bindegewebe und elastischem Gewebe zusammengesetzte, Gefässe, Nerven und verschiedene Formen von kleinen Drüschen haltende und oft mit besonderen Auswüchsen (Papillen, Zotten) versehene und von glatten Muskelfasern durchzogene Grundlage, Schleimhaut im engeren Sinne, und 3) eine nach aussen gelegene Lage von lockerem Bindegewebe, Unterschleimhautgewebe, *Tunica cellularis submucosa.* Die zweite Darmhaut, die Muskelhaut, *Tunica muscularis,* enthält am Anfang und Ende des Darmes in einer gewissen Ausdehnung quergestreifte Muskulatur, sonst überall glatte Muskelfasern, welche Elemente meist zwei besondere Lagen, eine äussere mit Längsrichtung und eine innere mit Querrichtung der Fasern, seltener drei besondere Schichten bilden. Die dritte Hülle endlich, die seröse, *Tunica serosa,* findet sich nur an dem Theile des Darmes, der die Bauch- und Beckenhöhle einnimmt und ist ein zartes, durchscheinendes, nerven- und gefässarmes Häutchen mit einem Epithelium, welches das Darmrohr überzieht und mit den Wänden der Bauchhöhle und den Baucheingeweiden verbindet.

II. Vom Munddarme.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

§. 134.

Der Anfangstheil des Darmes hat so zu sagen nur Eine Hülle, die Schleimhaut, welche den die Mundhöhle begrenzenden Knochen und Muskeln mehr oder weniger fest anliegt und besonders durch ihre nicht unbeträchtliche Dicke und rothe, von der reichlichsten Gefässausbreitung herrührende Farbe,

sowie durch das Vorkommen von zahlreichen Nerven und Papillen sich auszeichnet.

Die eigentliche Schleimhaut, obschon an den Lippen mit der Lederhaut unmittelbar zusammenhängend und allmählich in sie übergehend, ist doch durchsichtiger und weicher als das *Corium*, nichts desto weniger aber bedeutend fest und noch dehnbarer. Dieselbe besteht, wie die dünnsten Stellen der Lederhaut, aus einer einzigen Schicht von 0,1—0,2‴ Dicke und besitzt an ihrer äussern Fläche eine grosse Zahl Papillen, ähnlich denen der äussern Haut, die in der Regel einfach, hie und da auch zweigetheilt (bei Hypertrophie auch mit noch mehr Ausläufern) und kegel- oder fadenförmig von Gestalt 0,10—0,18‴ Länge, 0,02—0,04‴ Breite besitzen (in den Extremen 0,024—0,28‴ Länge, 0,004—0,05‴ Breite) und ohne weitere Regelmässigkeit so dicht beisammenstehen, dass ihre Grundflächen sich fast berühren und selten weiter abstehen als ihre eigene Breite beträgt. — Ausser diesen Papillen besitzt die Schleimhaut an ihrer freien Fläche die Oeffnung des *Ductus nasopalatinus* und eine grosse Zahl von Drüsenöffnungen, von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen sitzen.

Das Unterschleimhautgewebe der Mundhöhle ist von verschiedener Art. Dünn und nachgiebig mit stärkeren Gefässen und wenig Fett zeigt sich dasselbe am Boden der Mundhöhle, an der vordern Fläche des Kehldeckels und vor Allem an den Bändchen der Lippen, der Zunge und des Kehldeckels, an welchen Theilen daher auch die *Mucosa* eine grosse Verschiebbarkeit besitzt. Kommen im submucösen Gewebe Drüsen vor, so ist dasselbe schon fester, wie an den Lippen und Wangen, oder so zu sagen ganz unverschiebbar (Zungenwurzel, weicher Gaumen), und zugleich treten dann auch, wie namentlich an den letzteren Orten, grössere Fettmassen auf. Sehr fest, derb und meist weisslich ist das submucöse Gewebe an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, wo es mit der eigentlichen Schleimhaut und dem Periost so zu sagen nur Eine Masse, das Zahnfleisch, darstellt, ferner am harten Gaumen, an dem die Schleimhaut durch eine unbewegliche, dicke fibröse Lage, die auch zum Theil Drüsen enthält, mit den Knochen verbunden ist, endlich auch an der Zunge, da wo die Papillen liegen. Hier verbindet sich die Schleimhaut aufs innigste mit der Muskulatur, indem die Ausläufer vieler Muskelfasern in sie hinein sich erstrecken und namentlich in einer weissen, sehr festen und dicken sehnigen Lage enden, die unmittelbar an die obern Längsmuskelfasern grenzt und auch schon als *Fascia linguae* bezeichnet worden ist *(Zaglas)*.

Den feineren Bau der Mundhöhlenschleimhaut anlangend, so wiegt im submucösen Gewebe das Bindegewebe bei weitem vor, während in der eigentlichen *Mucosa* überall sehr zahlreich elastische Elemente sich finden. An beiden Orten tritt das erstere vorzüglich in Form von 0,002—0,005‴ breiten, nicht netzförmig zusammenhängenden Bündeln auf, die, obschon nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderlaufend, doch eine Art undeutlicher Schichtung zeigen. Gegen das Epithel zu ist der Filz von Bindegewebsfibrillen am dichtesten und geht schliesslich in eine mehr structurlose Lage über, die ebenso wenig wie bei dem *Corium* für sich darzustellen ist. Auch im Innern der Papillen, mit Ausnahme derer der Zunge, ist ein faseriger Bau gewöhnlich sehr undeutlich und das Ganze mehr eine gleichartige, leicht körnige, mit einzelnen Saftzellen versehene Bindesubstanz. — Das elastische

Gewebe zeigt sich im Unterschleimhautgewebe meist nur in Gestalt von spärlichen feinen Fasern, hie und da ist dasselbe jedoch stärker entwickelt, wie im *Frenulum epiglottidis*, wo die Fasern auch dicker sind. Letzteres ist ohne Ausnahme der Fall in der *Mucosa*, die bis nahe an das Epithelium mitten in ihrem Bindegewebe überall sehr dichte, vielfach zusammenhängende Netze von elastischen Fäserchen oder, und diess ist die Regel, von mitteldicken elastischen Fasern von 0,001—0,0015‴ enthält. Auch umspinnende Fäserchen (umgewandelte Bindegewebskörperchen) finden sich hier, obschon spärlich, ebenso wie im submucösen Gewebe. Ausserdem enthält die Schleimhaut noch gewöhnliche Fettzellen, die bald in Träubchen, bald mehr vereinzelt, vorzüglich in der submucösen Schicht sich finden.

Die Gefässe der Schleimhaut sind äusserst zahlreich und verhalten sich wesentlich wie in der äusseren Haut. Kleinere Papillen enthalten nur eine einzige Capillargefässschlinge, während in grösseren, einfachen oder ästigen, ein Netz von Capillaren zu finden ist (Fig. 192), wie namentlich am Zahnfleische, Gaumen, der Drüsenregion der Zungenwurzel, auch an den Lippen und der unteren Seite der Zunge. Die Nerven sind schwer zu erforschen. Ganz deutlich ist unter Beiziehung von kaustischen Alkalien überall ein weitmaschiges Netz der feineren und feinsten Aestchen in den äussern Schichten der *Mucosa*, in dem auch stellenweise, besonders schön an der vorderen Fläche der *Epiglottis*, Theilungen von Nervenfasern sich nachweisen lassen, dagegen ist es oft unmöglich, in den Papillen auch nur eine Spur von Nerven zu sehen. In andern Fällen nimmt man auch in diesen, namentlich in grössern, eine oder zwei oft geschlängelte Nervenfasern von 0,002‴, später 0,0012‴ wahr, ohne im Stande zu sein, deren schliessliches Verhalten auszumitteln. An den Lippen enthalten die Papillen, wenn auch nicht bei allen Individuen, eine schon früher (§ 12. Fig. 58) besprochene Form von Endkolben. Ebenso fand ich hier auch *Gerber*'sche Nervenknäuel (siehe S. 117). Von den reichlichen Lymphgefässen der Mundhöhlenschleimhaut ist in Bezug auf den Ursprung und das Verhalten in der *Mucosa* selbst wenig bekannt, doch hat *Sappey* die Netze derselben im Zahnfleische und am weichen Gaumen eingespritzt (Anat. I. 2. p. 687. *Atl. de Beau et Bonamy* T. III. Pl. 5. fig. 5).

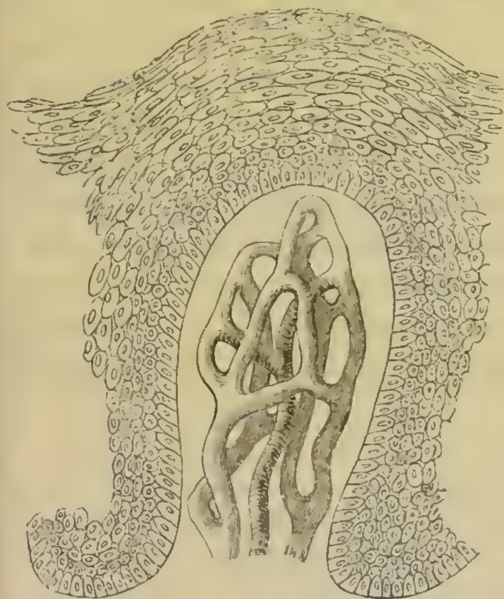


Fig. 192.

Von den grösseren Drüsen der Mundschleimhaut wird später die Rede sein und erwähne ich hier nur die von mir im rothen Theile der Lippen gefundenen Talgdrüsen (s. §. 88).

In der Oberlippe der Ratte enden nach *Huxley* die Muskelfasern nach mehrfachen Theilungen im Zusammenhange mit sternförmigen Bindegewebszellen, was *Leydig*

Fig. 192. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleische eines Kindes, 250mal vergr. Die Gefässe nach *Bowman*.

für die Schnauze des Schweines und Hundes, wenigstens mit Bezug auf die Verzweigungen, bestätigt. Nach *Woodham Webb* gehen in den äusseren Theilen der Lippen des Menschen die Muskelfasern des *Orbicularis* bis in die *Cutis* und verlieren sich ungetheilt im Bindegewebe derselben um die Haarbälge und Talgdrüsen (*Quart. Journal of micr. sc.* XVIII. 1857).

In der Mund- und Rachenschleimhaut von Amphibien (Frosch, Salamander, Schildkröte) hat *Billroth* Endnetze blasser kernhaltiger Nervenfädchen gefunden (*Müll.* Arch. 1858), die ich aus eigener Anschauung für den Frosch bestätigen kann.

§. 135.

Das Epithelium der Mundhöhle (Fig. 192) ist ein sogenanntes geschichtetes Pflasterepithelium, das aus vielen schichtenweise übereinanderliegenden, rundlich vieleckigen, zum Theil abgeplatteten Zellen besteht. Als Ganzes aufgefasst, ist dieses Epithelium ein im Mittel 0,1 — 0,2''' dickes, durchscheinendes, weissliches Häutchen von bedeutender Biegsamkeit, aber geringer Elasticität und Festigkeit, das namentlich leicht durch Erweichen in Wasser und Abbrühen der Schleimhaut, dann auch durch Essigsäure im Zusammenhange in grösseren Platten sich erhalten lässt. Die Elemente desselben sind durchweg kernhaltige Zellen, die in ihrer Anordnung und im Baue sehr an die der Epidermis erinnern, jedoch nicht wie bei dieser in zwei scharf getrennte grössere Schichten zerfallen, sondern eine einzige zusammenhängende, durch die Weichheit ihrer Elemente mehr mit der Schleimschicht übereinstimmende, jedoch auch die Hornschicht vertretende Lage ausmachen. Das Verhalten der Zellen von innen nach aussen ist folgendes: Unmittelbar auf der freien Fläche der *Mucosa* und auf den Papillen sitzen mehrere Lagen kleiner Bläschen von 0,004 — 0,005''' (Fig. 192), von denen die tiefsten fast ohne Ausnahme länglich und grösser sind (von 0,006—0,009''') und senkrecht auf der Schleimhaut stehen. Dann folgen viele Schichten rundlicheckiger abgeplatteter Zellen, die von innen nach aussen ganz allmählich an Grösse und Abplattung zunehmen, und auch immer deutlicher vieleckig sich gestalten (Fig. 193. *b*). Zu äusserst endlich kommen, ganz allmählich

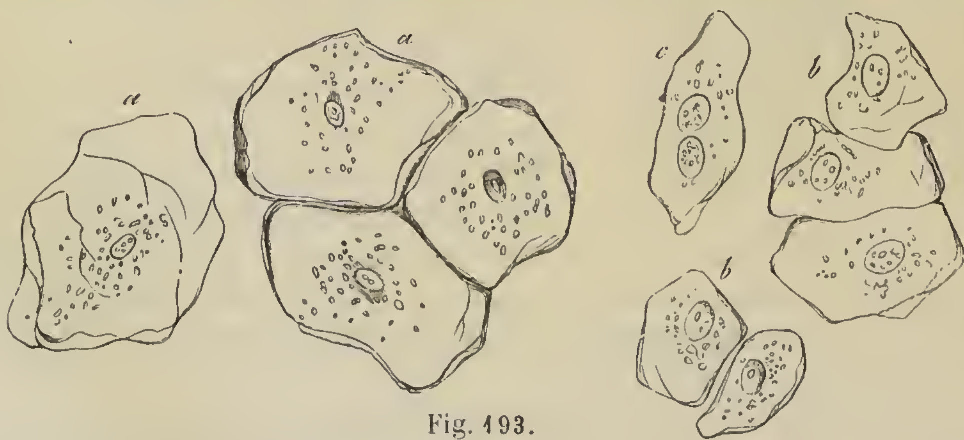


Fig. 193.

aus den tieferen Zellen sich hervorbildend, noch einige Lagen von sogenannten Epithelialplättchen (Fig. 193. *a*), d. h. ganz grosse (von 0,02 — 0,036''') rundlicheckige Gebilde, bei denen die Abplattung so weit gediehen ist, dass dieselben den Namen von Bläschen nicht mehr verdienen.

Fig. 193. Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen, *a.* grosse, *b.* mittlere, *c.* dieselben mit zwei Kernen, 350mal vergr.

Alle diese Zellen besitzen eine durch Alkalien und Essigsäure leicht nachzuweisende dünne Zellenmembran, einen je nach dem Grade der Abplattung in grösserer oder geringerer Menge vorhandenen hellen Inhalt häufig mit einigen Fettkörnchen und ohne Ausnahme einen Zellenkern. In den kleinsten Zellen messen die Kerne von 0,002—0,003''', sind länglichrund oder rund, meist ohne deutlichen *Nucleolus*; in den vieleckigen Zellen befinden sich ohne Ausnahme sehr schöne, deutlich bläschenförmige, meist kugelrunde *Nuclei* von 0,004—0,006''' Grösse, mit hellem Inhalte und 1 oder 2 *Nucleoli*, zu einem oder zu zweien, in den Plättchen endlich sind die Kerne in der Rückbildung begriffen, wieder kleiner, von 0,004—0,005''' Länge, 0,002—0,0015''' Breite, meist abgeplattet und mehr gleichartig, ohne deutliche Höhle und *Nucleolus* oder statt desselben mit mehren Körnchen versehen. Mit Bezug auf die chemischen Verhältnisse stimmt das Pflasterepithelium der Mundhöhle nach Allem, was wir wissen, in allem Wesentlichen mit der Schleimschicht der Oberhaut und mit den untersten Hornschichtlagen überein, namentlich auch darin, dass selbst die Plättchen in Alkalien leicht aufquellen, wesshalb auf §. 49 verwiesen wird.

In physiologischer Beziehung ist von dem Epithelium der Mundhöhle besonders hervorzuheben der beständige Wechsel, dem dasselbe unterliegt und dann seine Beziehung zur Aufsaugung und Absonderung. Ersteres anlangend, so ist das Epithelium der Mundhöhle einer so zu sagen beständig vor sich gehenden Abschuppung unterworfen, die aber eben so wenig wie bei der Oberhaut als in besonderen Lebensverhältnissen der Schleimhaut oder der Epithelialzellen begründet erscheint, vielmehr die Folge der vielfachen äusseren Einwirkungen ist, denen die Oberfläche der *Mucosa oris* beim Kauen und Sprechen namentlich unterliegt. Durch diese Eingriffe lösen sich einerseits die obersten Plättchen immerfort ab und findet andrerseits durch Bildung neuer Zellen in den tiefsten Lagen eine ununterbrochene Wiedererzeugung des Verlorenen statt, deren Auftreten und Zustandekommen ich hier gerade ebenso deute, wie ich es §. 52 bei der Epidermis und §. 69 bei den Haaren gethan.

Das Epithelium der Mundhöhle, obschon dick, ist doch leicht durchdringlich und unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Epidermis, die nur in ihrem *Stratum Malpighii* ähnliche Verhältnisse zeigt. Flüssige Stoffe der verschiedensten Art sind im Stande, dasselbe von aussen her zu durchdringen und, einmal mit der Schleimhaut in Berührung gekommen, entweder von den Gefässen derselben aufgesaugt oder von ihren Nerven wahrgenommen zu werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird, je dünner die Epitheliumlage, namentlich die der Plättchen, die auf jeden Fall am mindesten leicht durchdrungen werden, und je zahlreicher und oberflächlicher die Gefässe und Nerven, um so lebhafter die Aufsaugung und Empfindung sein, und es erklärt sich mithin leicht, warum an den Lippen, wo nervenhaltige Papillen fast bis an die Oberfläche der Epidermis gehen und sehr zahlreich sind, das Gefühl feiner ist, als am Zahnfleische, dessen Papillen keine Nerven besitzen, warum an der Zungenspitze, deren Papillen mit einem zum Theil dünneren Ueberzuge sogar hervorragen, noch feiner. Wie nach innen, so ist das Epithelium auch nach aussen durchdringlich und im Stande, aus den Blutgefässen der Schleimhaut ausgetretenes Plasma in die Mundhöhle zu leiten. So betheiligt sich dasselbe, ähnlich wie die Oberhaut an der Hautausdünstung, an der Bildung der schleimigen Flüssigkeit, die, ausser von den in die Mundhöhle einmündenden Drüsen, auch von der Fläche der Schleimhaut überhaupt geliefert wird.

B. Von der Zunge.

§. 136.

Die Zunge ist eine mit einem besonderen Knochen, dem Zungenbeine verbundene, von der Schleimhaut der Mundhöhle überzogene Muskelmasse,

deren Elemente von 0,009 — 0,023''' Breite von denen der äussern quergestreiften Muskeln sich nur dadurch unterscheiden, dass sie aufs mannichfachste sich verflechten, so dass im Innern der Zunge die bekannten Zungenmuskeln nicht als gesonderte Massen, sondern nur als secundäre Bündel und Muskelfasern sich nachweisen lassen.

Das Gerüste der Zunge bilden gewissermaassen die zwei *Genioglossi*, der *Musculus transversus linguae* und der Faserknorpel der Zunge. Der letztere, auch Zungenknorpel genannt (Fig. 195. *c*), ist eine derbe, weissgelbliche, mitten in der Zunge zwischen beiden *Genioglossi* senkrecht stehende faserige Platte, die in der ganzen Länge des Organs sich erstreckt, und ihren Namen nur uneigentlich verdient, indem sie aus gewöhnlichem Sehnen- oder Bandgewebe zusammengesetzt ist. Dieselbe beginnt niedrig am Zungenbeinkörper in Verbindung mit einer breiten Faserlamelle, *Membrana hyoglossa (Blandin)*, die vom Zungenbeine zur Zungenwurzel geht und das Ende des *Genioglossus* bedeckt, erreicht sehr bald dieselbe Höhe wie der *Musculus transversus*, und nimmt am vordern Drittheile der Zunge allmählich ab bis zur Zungenspitze, wo sie ganz niedrig sich verliert. Nach oben reicht das *Septum linguae*, wie man diese 0,12''' dicke Fasermasse nennen könnte, bis auf $1\frac{1}{2}$ oder 2''' Entfernung vom Zungenrücken, nach unten bis wo *Genioglossi* im Fleische der Zunge sich verlieren, endet jedoch hier nicht mit einem scharfen Rande, sondern hängt unmittelbar mit dem *Perimysium* zwischen den beiden Kinnzungenmuskeln zusammen. Zu beiden Seiten dieser Scheidewand breiten sich die *Genioglossi* fächerförmig in der Zunge aus (Figg. 194. *g*. 195. *g*. 196. *f*.), so dass sie von der Spitze bis zur Wurzel die Mitte des Organes einnehmen und eine lange, mässig breite Fleischmasse bilden, die jedoch nichts weniger als dicht ist. Die *Genioglossi* zerfallen nämlich, in der Zunge selbst angelangt, vom unteren Rande des Zungenseptum an, wo einzelne Bündel derselben (jedoch nicht so viele, wie *Beau* und *Bonamy*, Atl. III. Pl. 7. Fig. 5. Pl. 7 *bis*, Fig. 3 darstellen) sich kreuzen, jederseits in eine grosse Zahl hintereinanderliegender Blätter, die, in kurzen Abständen von einander befindlich, jedoch durch die queren Mus-



Fig. 194.

Fig. 194. Längsschnitt der Zunge des Menschen in natürlicher Grösse, die Umrisse nach *Arnold Icon. org. sens. g. h. Geniohyoideus, h.* Zungenbein, *g. Genioglossus, g'. Glosso-epiglotticus, tr. Transversus linguae, l. s. Longitudinalis superior, e. Epiglottis, m. Maxilla inferior, d.* Schneidezahn, *o. Orbicularis oris, l. m. Levator menti, i. Glandulae labiales, f. Folliculi linguales, gl. Glandulae linguales cum ductibus.*

kelfasern der Zunge getrennt, in der Mehrzahl senkrecht, zum Theil nach vorn und nach hinten gekrümmt nach dem Zungenrücken zu verlaufen. So in einzelne, im Mittel 0,06—0,14‴ dicke Blätter gesondert ziehen die Fasern des *Genioglossus* so weit als die Zungenscheidewand reicht, und ändern dann ihr Verhalten und zwar im Allgemeinen so, dass sie nun von vorn nach hinten ziehende Blätter bilden. Während nämlich früher die *Genioglossi* durch die einzelnen Lagen des *Transversus* in der Querrichtung in einzelne Blätter zerfällt wurden, so geschieht jetzt dasselbe in der Längsrichtung durch die zwischen ihre Fasern sich einschiebenden Bündel des obern Längsmuskels der Zunge. Sehr deutlich sind diese senkrecht und der Länge nach verlaufenden Blätter in den zwei vorderen Drittheilen der Zunge, minder deutlich in der Gegend der *Papillae circumvallatae*, wo namentlich in der Mitte der Zunge der *Genioglossus* mehr mit gesonderten Bündeln an die Schleimhaut tritt, an der Zungenwurzel endlich gar nicht mehr nachzuweisen. Der *Genioglossus* endigt an der oberen Fläche der Zunge so, dass seine Primitivbündel unmittelbar an der Schleimhaut haufenweise in kleine sehnige Streifen von Bindegewebe sich fortsetzen, die dann zum Theil in der unteren, später zu beschreibenden, sehr festen Lage der *Mucosa* sich verlieren, zum Theil bis an die Grundfläche der Papillen verlaufen. An der Zungenwurzel reicht der *Genioglossus* nicht bis an die Schleimhaut, die hier mit ihren Schleimbälgen leicht von den tiefer gelegenen traubenförmigen Drüsen sich ablösen lässt, sondern endet an und zwischen den Drüsen ebenfalls durch Sehnenstreifen mit denselben oder einem derben fibrösen Gewebe zwischen ihnen sich verbindend, sendet jedoch ausserdem noch (Fig. 194. *g'*) ein kleines Bündel zur *Epiglottis (Levator epiglottidis Morgagni, Glosso-epiglotticus Heister)*, auch wohl zu dem *Cornu minus* und *Corpus ossis hyoidei*.

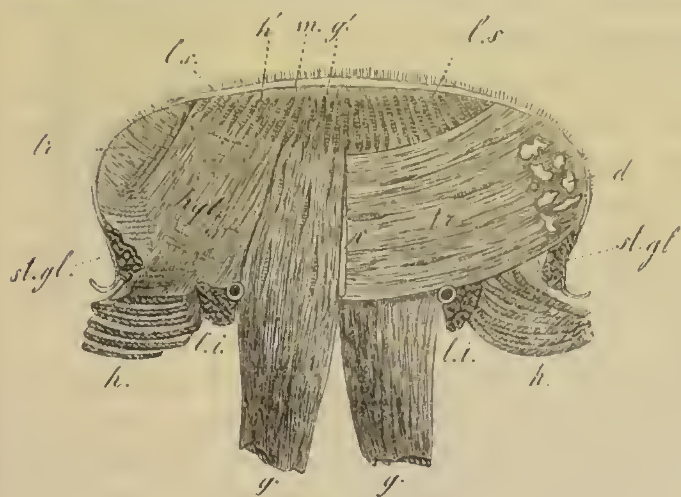


Fig. 195.

Der Quermuskel oder die Querfasern der Zunge *(Transversus linguae, sive Fibrae transversales)* (Fig. 194 *tr.* 195 *tr.* 196 *g.*) bestehen aus sehr zahlreichen, jeder Zungenhälfte für sich angehörenden Blättern, die ganz regelmässig zwischen die querstehenden Blätter des *Genioglossus* sich einsenken und in allen Abschnitten der Zunge zu finden sind. Jedes Blatt ist eine 0,1—0,16‴ dicke, in der Mitte der Zunge ¾″ hohe, im Allgemeinen senkrecht stehende Schicht, deren Mus-

Fig. 195. Querschnitt der menschlichen Zunge etwas vor den *Papillae circumvallatae, g. Genioglossus, l. i. Longitudinalis inferior* (*Lingualis*) mit *Art. ranina, tr. Transversus*, links in seinem ganzen Verlaufe sichtbar, rechts nur am Rande und zwischen den auseinanderweichenden Bündeln des *Genioglossus*, *c. Septum linguae* (*Fibrocartilago*), *h. Hyoglossus*, *hgl.* Ausbreitung desselben mit fast senkrecht aufsteigenden Fasern nach aussen vom *Genioglossus, g'.* Ende des *Genioglossus* an der Schleimhaut, *h'.* Ende des *Hyoglossus*, *l. s. Longitudinalis superior* mit platten Bündeln zwischen die senkrechten Fasern sich einschiebend, *d.* Drüsen des Zungenrandes, *st. gl. Styloglossus*.

kelfasern vom *Septum linguae* bis zum Seitenrande der Zunge sich erstrecken. Dieselben beginnen in der ganzen Höhe des *Septum* so zu sagen unmittelbar von den Flächen desselben, jedoch unter Beihülfe einer geringen Menge eines querstehenden, von den Längsfasern des *Septum* sich unterscheidenden Sehnengewebes, und ziehen, zu kleinen platten Bündeln vereint, anfangs gerade nach aussen. Im weitern Verlaufe biegen sie nach oben und erreichen schliesslich die obersten kürzesten Fasern die Seitentheile des Zungenrückens, die untern längern den eigentlichen Seitenrand der Zunge, woselbst sie ebenfalls mit kurzen Bindegewebsstreifen an die Schleimhaut sich befestigen.

Nach *Zaglas* sind der *Glossopharyngeus* und *Glossopalatinus* Fortsetzungen des *Transversus linguae,* womit *Henle* übereinstimmt. Ausserdem gehen nach *Henle* Bündel dieses Muskels zum *Hyopharyngeus,* zum *Cornu minus ossis hyoidei* und zum untern Ende des *Lig. stylo-hyoideum (Splanchn.* p. 100).

Die übrigen Zungenmuskeln bilden gewissermaassen die Hülle des Organes und schliessen sich in ihrem Verlaufe zum Theil den genannten an, zum Theil verfolgen dieselben besondere Richtungen.

Der *Hyoglossus (Baseo-* und *Ceratoglossus* der Autoren) (Fig. 195. *h.* und *hgl.*) verhält sich am Seitentheile der Zunge ungefähr so wie der *Genioglossus* in der Mitte. Die stärkeren Bündel desselben nämlich zerfallen, an der unteren Fläche des Zungenrandes angelangt, in eine grössere Zahl dünner querstehender Lagen, die mit grösseren oder geringeren Krümmungen nach oben zwischen die einzelnen Blätter des Quermuskels sich einsenken und im weitern Verlaufe gerade so wie die Blätter des *Genioglossus,* an die sie von aussen angrenzen, sich verhalten, nur dass die Richtung ihrer Fasern während ihres Aufsteigens nach dem Zungenrücken mit einer leichten Krümmung schief nach innen geht. Am Rücken der Zunge liegt der *Hyoglossus* zwischen dem *Genioglossus* und dem oberen Rande des *Transversus,* bildet wie der erstere Längsblätter mit senkrecht stehenden Fasern, zwischen denen die oberen Längsfasern liegen und endet dann ebenfalls an der Schleimhaut. Diese Ausbreitung des *Hyoglossus* ist am deutlichsten und stärksten in der Mitte der Zunge, wo die Hauptmasse des *Baseoglossus* liegt, nur nach hinten wird dieselbe undeutlicher, indem hier die Schichten des *Ceratoglossus* sehr zart sind und auch mehr wagerecht liegen; doch findet sich auch hier die Einschiebung zwischen die Blätter des Quermuskels und eine Endigung am Zungenrücken.

Der *Styloglossus* (Fig. 195. *st. gl.*) theilt sich in der Regel in zwei Bündel, die ganz verschieden sich verhalten; das hintere kleinere geht zwischen dem *Ceratoglossus* und *Baseoglossus*, und zwischen den Bündeln des letzteren gerade nach innen und dringt zwischen den Blättern des *Lingualis* und *Genioglossus* mit einzelnen Bündelchen bis zum *Septum linguae,* woselbst dasselbe zugleich mit den etwas höher liegenden Fasern des Quermuskels sich befestigt. Die Hauptmasse des *Styloglossus* läuft am Rande der Zunge einwärts und abwärts, verbindet sich vor dem *Hyoglossus* mit dem *Lingualis inferior* und endet in der Schleimhaut der untern Fläche der Zungenspitze und in dieser selbst, indem zugleich die vordersten Bündel der beiden Muskeln bogenförmig sich vereinen.

Der *Lingualis* der Autoren, den ich *Lingualis* oder *Longitudinalis inferior* nennen will (Fig. 195. *l. i.*), ist ein zwischen *Genioglossus* und

Hyoglossus an der untern Fläche der Zunge gelegenes ziemlich starkes Längsbündel, dessen Anfang und Ende nicht leicht zu ermitteln sind. Der hintere Theil des *Lingualis inferior* verliert sich auf den ersten Blick mit vielen übereinanderliegenden platten Bündeln zwischen den queren Fasern des *Genioglossus (Glossopharyngeus)*, des *Styloglossus* und *Transversus* an der Zungenwurzel; genauer verfolgt ergibt sich aber, dass dieselben wie die hintersten Theile des Kinnzungenmuskels in viele Blätter zerfallen, zwischen den Querfasern bis zum äussern Theile der Drüsenschicht der Zungenwurzel leicht gebogen aufsteigen und dann wie die nach innen von ihnen gelegenen Blätter des *Genioglossus* an denselben enden. Vorn verbindet sich der *Lingualis inferior* mit dem stärkeren Bündel des *Styloglossus* und endet mit demselben an der Zungenspitze, geht aber auch, vorn an den *Hyoglossus* sich anschliessend, mit vielen zarten Blättern zwischen den Querfasern bis zum Zungenrücken, um mit einem Worte am Rande des vorderen Drittheiles der Zunge so sich zu verhalten, wie der *Hyoglossus* weiter rückwärts.

Endlich finden sich beim Menschen auch noch ein *Longitudinalis* oder *Lingualis superior* und einzelne senkrechte Fasern. Der *Longitudinalis superior* (Fig. 194. 195 *li s.* 196 *e.*) stellt eine zwischen den obersten Fasern des *Transversus* und der Schleimhaut befindliche Längsfaserschicht vor, welche die ganze Breite und Länge der Zunge einnimmt und von dem von den meisten Anatomen verkannten *Chondroglossus* abstammt, der am kleinen Horne des Zungenbeins als ein mässig starkes, vom *Baseo*- und *Ceratoglossus* durch die *Arteria lingualis* und den *Glossopharyngeus* getrenntes Bündel entspringt. Dasselbe zieht unter der tieferen Drüsenschicht der Zungenwurzel und zum Theil mitten durch die Endigungen des *Genioglossus* und *Lingualis inferior* nach vorn, nimmt etwas vor den *Papillae circumvallatae* fast die ganze Hälfte der Zunge ein, und verläuft von hier an in Gestalt schmaler, hie und da unter spitzen Winkeln sich verbindender Längsblätter unmittelbar unter der Schleimhaut zwischen den Enden der *Genioglossi* und *Hyoglossi* nach vorn bis zur Zungenspitze, um hier in der Haut der obern Fläche sich zu verlieren. Da diese Längsfasern nach vorn zu dicker werden, so ist es wahrscheinlich, dass zu denselben noch selbständige obere Längsfasern sich gesellen, die von der Schleimhaut des Rückens der Zunge entspringen und an derselben enden. Senkrechte Fasern, die nicht von aussen abstammen, finde ich nur in der Zungenspitze, und sind dieselben hier mit zarten Bündeln zwischen dem untern und obern Schleimhautüberzuge ausgebreitet. Der vorderste Theil des *Transversus* zieht mit seinen Blättern durch den innern Theil dieser Bündel, während die Enden derselben von dem *Longitudinalis superior* und *inferior* und *Styloglossus* ziemlich regelmässig durchsetzt werden, so dass auf Quer-

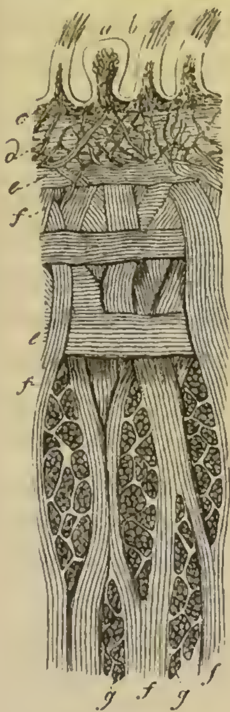
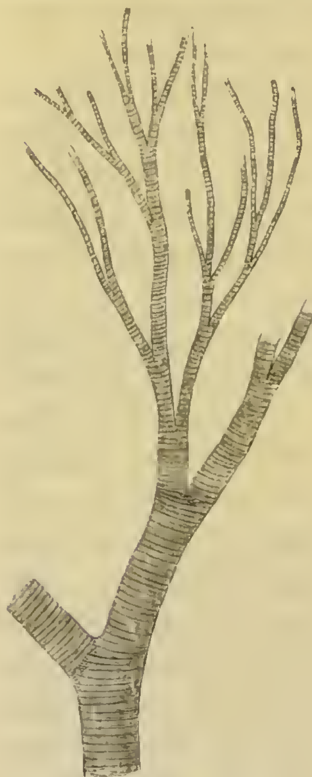


Fig. 196.

Fig. 196. Stück eines Längsschnittes durch den Seitentheil der menschlichen Zunge. *a. Papilla fungiformis*, *b. Pap. filiformis*, *c.* Schleimhaut, *d.* Fibröse Lage unter ihr, *e. Longitudinalis superior*, *f. Genioglossus*, *g. Transversus* im Querschnitt.

schnitten eine Abwechselung von senkrechten und Längsfasern sich zeigt, ähnlich der, die in Fig. 195 vom Zungenrücken gezeichnet ist.

Werfen wir nach dieser Schilderung der einzelnen, sowohl äussern als innern Zungenmuskeln noch einen Blick auf den Gesammtbau des Organes, so ergibt sich, dass das eigentliche Zungenfleisch im Wesentlichen nur drei Arten von Muskelfasern besitzt, die man als senkrechte, quere und längsverlaufende bezeichnen kann. Die senkrechten Fasern stammen von den *Genioglossi* in der Mitte, vom *Lingualis* und *Hyoglossus* seitlich, an der Spitze auch vom *Perpendicularis* und bilden von der Spitze bis zur Wurzel eine grosse Zahl querstehender Blätter, nahezu von der Gesammtbreite der Zungenhälften, deren Fasern im Allgemeinen senkrecht von der untern Fläche bis zur obern ziehen. Die queren Fasern vom *Transversus* und zum Theil vom *Styloglossus* schieben sich als eben so viele, meist etwas dickere Lagen zwischen die genannten hinein, beginnen am *Septum* und enden am Seitenrande und zum Theil an der Oberfläche, die Längsfasern endlich gehören dem *Lingualis superior (Chondroglossus)*, dem *Lingualis inferior* und *Styloglossus* an, bedecken die obere Fläche, den Rand und zum Theil die untere Fläche und liegen grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. Die einzelnen Muskellagen der Zunge sind ohne Ausnahme von einem dünnen *Perimysium*, zum Theil, wo stärkere Gefässe und Nerven verlaufen, von dickeren Bindegewebsmassen von einander getrennt und enthalten ausserdem noch an vielen Orten eine grössere oder geringere Zahl gewöhnlicher Fettzellen zwischen sich, die namentlich gern zwischen den *Genioglossi* am *Septum*, an der Zungenwurzel und unter der Schleimhaut in grösserer Zahl sich ansammeln.


Fig. 197.

In der Zunge des Frosches finden sich sehr schöne Theilungen der quergestreiften Fasern (Fig. 197), wovon ich in der menschlichen Zunge nichts Bestimmtes auffinden konnte. Doch kam es mir hie und da vor, als ob an den Fasern des *Genioglossus* kurz vor ihrem Uebergange in Sehnenstreifen einzelne Theilungen sich fänden, welche in der That in der Zunge von Säugern von *Salter*, *Biesiadecki* und *Herzig* beobachtet sind. In der Zunge des Frosches sahen die letzten Autoren an beiden Enden verästelte Muskelfasern, die wahrscheinlich von innern Muskeln abstammten. In Betreff der letzten Endigung der Muskeln, so beschreibt *Billroth* beim Frosche eine Verbindung der feinsten Ausläufer der Primitivbündel, die, wie seit *Waller* bekannt ist, in den grossen Geschmackswärzchen bis gegen die Spitze verlaufen, mit Bindegewebskörperchen, was *Axel Key* (l. i. c.) bestätigt. In der Zunge des Menschen spalten sich nach *Billroth* die Muskelfasern ziemlich plötzlich in feine Fäserchen, und diese hängen dann ebenfalls mit Bindegewebskörperchen zusammen.

Fig. 197. Ein verästeltes Primitivbündel von 0,018''' aus der Zunge des Frosches, 350mal vergr.

§. 137.

Die Schleimhaut der Zunge weicht am Zungenrücken, vom *Foramen coecum* an bis zur Spitze, von der übrigen Schleimhaut der Mundhöhle dadurch ab, dass sie mit dem Muskelfleische sehr fest verbunden ist und eine grosse Zahl von Hervorragungen, die bekannten Zungen- oder Geschmackswärzchen besitzt. — Die 6—12 umwallten Wärzchen, *Papillae circumvallatae*, bestehen, wenn sie schön ausgebildet sind, aus einer mittleren, im Umkreise runden und am Ende abgeplatteten Papille, von einem Durchmesser von ½—1‴ und einer Höhe von ¼—½, selbst ¾‴, und einem niedrigeren regelmässigen, die Papille namentlich an ihrer Grundfläche eng umgebenden, ⅕—⅓‴ breiten Walle, zeigen jedoch Uebergänge zu den keulenförmigen Wärzchen, was namentlich von der hintersten im *Foramen coecum* oder *Morgagnii* befindlichen Papille gilt, ausserdem noch mannichfache Abweichungen mit Bezug auf Zahl, Grösse und Lagerung. Die vor den *Circumvallatae* stehenden Geschmackswärzchen sind mehr oder weniger deutlich in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen denen der umwallten Wärzchen gleich verlaufen, und am Rande der Zunge in blattartige, zum Theil gar nicht mehr gezackte Falten ausgehen, die nicht mehr zu den Papillen gerechnet werden können. Die *Papillae fungiformes s. clavatae* von 0,3—0,8‴ Länge, 0,2—0,5‴ Breite und glatter Oberfläche, die am Lebenden durch ihre röthliche Farbe leicht zu erkennen sind, finden sich besonders an der vorderen Zungenhälfte, wo sie in ziemlich regelmässigen Abständen von ¼—1‴ und mehr über die ganze Oberfläche zerstreut stehen und namentlich an der Zungenspitze häufig so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich berühren, fehlen jedoch auch in den hintern Abschnitten bis zu den *P. circumvallatae* heran nicht. Die *P. filiformes s. conicae* von ⅓—1½‴ Länge und 0,1—0,2‴ Breite springen durch ihre Zahl und weissliche Farbe leicht in die Augen; dieselben decken, eine dicht neben der andern, die Zwischenräume zwischen den *Clavatae*, und erscheinen ohne Ausnahme am dichtesten und entwickeltesten mit pinselförmig auslaufenden Enden im Winkel des *V* der grossen Papillen und in der Mittellinie des Zungenkörpers. Nach den Rändern und nach der Spitze zu werden diese Papillen sowohl im Ganzen als in ihren Fortsätzen kürzer, zum Theil auch spärlicher, so dass sie allmählich in die oben erwähnten Blätter übergehen und auch in manchen Beziehungen den keulenförmigen Wärzchen ähnlich werden, ja selbst, wenigstens mit Bezug auf die Beschaffenheit ihrer Oberfläche, kaum von denselben zu trennen sind.

Ausser den frei hervorragenden Papillen, von denen die längern alle mehr oder weniger bestimmt rückwärts gerichtet sind, finden sich auch in der Geschmacksregion der Zunge überall noch kleinere ganz im Epithel vergraben, die mit denen der nicht schmeckenden Gegenden des Organes ganz übereinstimmen.

Bezüglich auf den feineren Bau der Zungenschleimhaut, so weicht derjenige Theil derselben, der keine hervorragenden Papillen zeigt, in nichts von der Schleimhaut der Mundhöhle ab und besitzt namentlich ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,045‴ Dicke an der Zungenwurzel, von 0,06—0,1‴ an der untern Fläche der Zungenspitze und in demselben ver-

grabene einfache kleinere Papillen von 0,024—0,05''' Länge, 0,004—0,02''' Breite, die selbst an der vordern Fläche der *Epiglottis* und zwischen dieser und den *Papillae circumvallatae* nicht fehlen. In der eigentlichen Geschmacksregion der Zunge fehlt ein submucöses Gewebe gänzlich und ist die Schleimhaut durch Vermittlung einer derben Lage von Bindegewebe (s. oben §. 136) mit dem Muskelfleische verbunden und erscheint selbst dick und fest, jedoch ziemlich dehnbar, welche letztere Eigenschaft sie einer bedeutenden Menge von elastischem Gewebe und ihrem grossen Gefässreichthume, sowie meist zahlreich vorhandenen gewöhnlichen Fettzellen von 0,016—0,024''' verdankt.

Die Papillen anlangend, so besitzen die *Papillae filiformes* oder *conicae* (Fig. 198) eine kegelförmige Schleimhautpapille, die entweder nur am Ende oder an ihrer ganzen Oberfläche mit einer gewissen Zahl (5—20) kleinerer Papillen von 0,1—0,14''' Länge besetzt ist. Das Ganze ist von einem ziemlich mächtigen Epithelbelege überzogen, der an seinem Ende in eine Zahl langer und dünner (von 0,01—0,02''), fein auslaufender und oft wieder getheilter Fortsätze sich spaltet (Fig. 198 *f.*), die dem Ganzen das Ansehen eines feinen Pinsels geben und bis 0,5, 0,6—0,7''' Länge und 0,02—0,028''' Breite an der Basis erreichen können. Die oberflächlichen Lagen dieses Epithels nähern sich durch ihre bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien und Säuren den Epidermisplättchen sehr und bestehen, namentlich die Epithelialfortsätze, nur aus fest verhornten, hie und da (*Henle, Splanch.* Fig. 81) mit eigenthümlichen Fortsätzen versehenen Schüppchen von 0,022—0,028''', die häufig eine festere Axe und eine äussere aus dachziegelförmig sich deckenden Plättchen zusammengesetzte Rinde bilden, so dass das Ganze mit einigem Rechte mit Haaren sich vergleichen lässt. Die Schleimhautpapille der fadenförmigen Wärzchen zeigt deutliches Bindegewebe und eine auffallend grosse Zahl von elastischen Fäserchen, die als 10—20 wellenförmig verlaufende Fäden von 0,0004–0,0008''' selbst noch in die einfachen Wärzchen an ihren Spitzen sich erstrecken, und der ganzen Papille und ihren Ausläufern eine gewisse Steife und Festigkeit verleihen, die den einfachen Schleimhautwärzchen ganz abgeht. In jeder Papille verästelt sich



Fig. 198.

Fig. 198. Zwei *Papillae filiformes* des Menschen, die eine mit Epithel, 35mal vergr. Nach *Todd-Bowman*. *p.* Papillen selbst, *v. a.* Arterielles und venöses Gefäss der einen Papille sammt den Capillarschlingen, die aber in die secundären Papillen eingehen sollten, *e.* Epithelialbekleidung, *f.* Fortsätze derselben.

eine kleine Arterie, so dass jedes einfache Wärzchen eine Schlinge einer Capillare von 0,004 — 0,005''' enthält, aus welchen dann ein kleines venöses Gefäss sich zusammensetzt. Die Nerven sind wegen des reichlichen elastischen Gewebes schwer herauszufinden und sucht man dieselben in einzelnen Papillen wirklich vergebens. In der Mehrzahl sind sie jedoch, wenigstens in der Basis der Papillen, ganz deutlich als ein oder zwei kleine Stämmchen mit 5—10 dunkelrandigen Primitivfasern von 0,002—0,003''', die allmählich feiner werdend gegen die Spitzen derselben verlaufen. Wie dieselben enden, habe ich nicht mit Bestimmtheit zu sehen vermocht, nur scheinen die Enden nicht in den einfachen Papillen, sondern an der Basis derselben sich zu befinden. Beim Kalbe enthält jede *Pap. filiformis* 10 — 12 Primitivfasern von 0,002 — 0,003''', die schliesslich bis zu 0,001''' sich verfeinern, und auch nicht in die einfachen Papillen eingehen. Nach *R. Wagner* scheinen die Nerven dieser Papillen mit blassen Fasern frei zu enden (Gött. Nachr. Apr. 1853).

Die *Papillae fungiformes* haben eine keulenförmige Schleimhautpapille, die ähnlich einem Morgensterne an ihrer ganzen Oberfläche mit einfachen kegelförmigen Papillen von 0,1 — 0,12''' Länge dicht besetzt ist, und von einem weicheren Epithelium, wie es auch sonst in der Mundhöhle sich findet, ohne stärker verhornte Zellen und fadenförmige Ausläufer überzogen ist, das von den Spitzen derselben an gerechnet 0,04—0,05''' Mächtigkeit besitzt. In der Schleimhautpapille ist das elastische Gewebe viel spärlicher als in den *Pap. filiformes* und fehlt namentlich in den einfachen Wärzchen meist ganz, dagegen ist ein Flechtwerk von 0,002 — 0,003''' breiten Bindegewebsbündeln sehr deutlich. Die Gefässe verhalten sich wie in den *Filiformes*, nur dass dieselben viel zahlreicher sind, und was die Nerven anlangt, so gehen in jede schwammförmige Papille ein oder zwei stärkere Stämmchen von 0,04—0,08''' und mehrere schwächere Fädchen ein, die, pinselförmig sich verästelnd und vielfach sich verbindend (s. Fig. 59), schliesslich nach allen Richtungen gegen die einfachen Wärzchen und die Endkolben dieser Papillen (siehe §. 12) auseinandertreten. Während ihres Verlaufes verdünnen sich die Nerven, die in den Stämmchen 0,002 — 0,004''', im Mittel 0,003''' messen, so dass sie an der Basis der Papillen nur noch 0,001–0,0015''' betragen, und zeigen auch deutliche Theilungen. Ihr Ende habe ich noch nicht mit Sicherheit gesehen, doch glaubte ich in einigen Fällen freie Endigungen zu sehen, ohne mich für dieselben verbürgen zu können. Andere Male sieht man schlingenförmige Umbiegungen, die jedoch nicht als Endigungen zu deuten sind. An abgeschnittenen solchen Papillen seiner eigenen

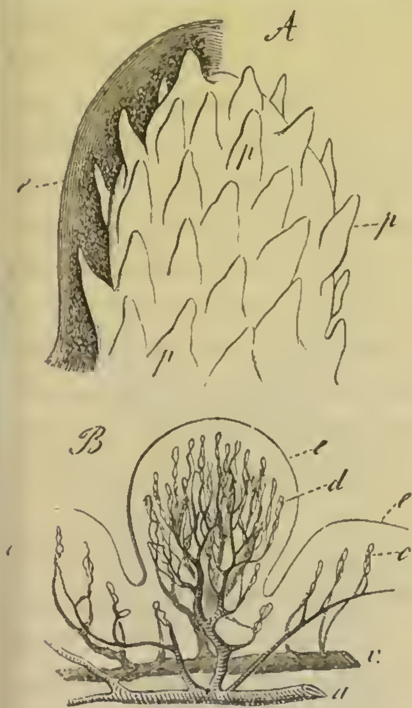


Fig. 199.

Fig. 199. *A. Papilla fungiformis* mit den secundären oder einfachen Papillen *p* (auf der einen Seite noch mit der Epithelialbekleidung *e*), 35mal vergr. *B.* Eine eben solche nur in den Contouren des Epithels *e* mit den Gefässen. *a.* Arterie. *v.* Vene. *d.* Capillarschlingen der einfachen Papillen. *c.* Capillaren in den einfachen Papillen der Schleimhaut an der Basis der *Fungiformis.* 18mal vergr. Nach *Todd-Bowman.*

Zunge fand *Waller* in den einfachen Papillen ein freies Auslaufen der Nerven in schmale blasse Fasern, und Aehnliches glaubt auch *Wagner* gesehen zu haben. In den Papillen der Froschzunge enden die Nerven, wie zuerst *Billroth* vermuthungsweise aussprach und *Axel Key* bewiesen zu haben glaubt, im Zusammenhange mit gewissen Zellen der Epithelialbekleidung (siehe unten).

Bei den *Papillae circumvallatae* ist die mittlere Papille, die als eine flach gedrückte *Papilla fungiformis* aufgefasst werden kann, an ihrer ebenen Endfläche mit einfachen kegelförmigen Wärzchen dicht besetzt und von einem gleichmässig dicken Epithelüberzuge ohne besondere Fortsätze und Ausläufer an seiner äusseren Seite überzogen. Der Wall erscheint als eine einfache Schleimhauterhebung, und zeigt unter einer glatten Epithelbekleidung auf seiner Höhe mehrere Reihen einfacher kegelförmiger Wärzchen. Das elastische Gewebe fehlt in diesen Papillen meist, sonst sind dieselben wie die *Fungiformes* gebaut, nur noch reicher an Nerven. Jede eigentliche *Papilla circumvallata* enthält in ihren untersten Theilen mehrere Nervenstämmchen von 0,05 — 0,08‴ Durchmesser, welche höher herauf zu einem sehr zierlichen Plexus sich auflösen, aus dem dann die Nerven der einfachen Wärzchen nach allen Seiten pinselförmig ausgehen. Das übrige Verhalten ist wie in den *Fungiformes*, nur betragen die Nervenröhren schon in den Stämmen nicht mehr als 0,002‴ im Mittel und kaum mehr als 0,003‴, und an der Basis der Papillen nur noch 0,001 — 0,0015‴. In den Wällen dieser Papillen finden sich ebenfalls viele Nerven und scheint ihr feineres Verhalten ganz wie in den Papillen selbst zu sein.



Fig. 200.

Die Lymphgefässe der Zunge bilden nach *Sappey* (Anat. I. 2. p. 685) sehr dichte Netze in der Schleimhaut namentlich der obern Fläche der Zunge, wo sie ringförmig die einzelnen Papillen umgeben und selbst mit sehr zarten Gefässchen in den Papillen ein oberflächlicher als die Blutgefässe befindliches vollständiges Netz bilden sollen. Die Stämme dieser Gefässe ziehen an der Zungenwurzel oberflächlich rückwärts und gehen zu den Halsdrüsen, weiter vorn treten dieselben durch das Muskelfleisch des Organes in die Tiefe, und kommen dann an der untern Fläche der Zunge zum Vorschein, von wo sie theils durch den *Mylohyoideus*, theils durch den *Hyoglossus* ebenfalls zu Halsdrüsen treten (siehe auch *Beau et Bonamy Atl.* III. pl. 23. fig. 1, 2). Nach *Teichmann* besitzt die Schleimhaut der Zunge verhältnissmässig wenige und feinere Lymphgefässnetze, wogegen dieselben im submucösen Gewebe zahlreicher sind. Von den Papillen fand *Teichmann* nur in den *Filiformes* Lymphgefässe in Gestalt je eines mittleren Gefässes in jeder Papille.

Die Papillen der Zunge zeigen mannichfache Abweichungen, unter denen folgende die wichtigsten sind: 1) Die *Papillae filiformes* sind alle lang und mit sehr be-

Fig. 200. *Pap. circumvallata* des Menschen im Durchschnitt. *A.* Eigentliche Papille. *B.* Wall, *a.* Epithel, *c.* secundäre Papillen, *bb.* Nerven der Papillen und des Walles, etwa 10mal vergr.

trächtlichen Epithelialfortsätzen versehen. Was man gemeinhin gastrisch belegte Zunge nennt, beruht vorzüglich auf einer Wucherung der Epithelialfortsätze der *Papillae filiformes*, welche alle rückwärts gerichtet und an einander liegend scheinbar einen besonderen weissen Ueberzug bilden. Werden die Fortsätze noch länger, so dass die *Pap. filiformes* 1½ — 2''' messen, so entsteht eine *Lingua hirsuta* oder *villosa*, welche man ebenfalls in verschiedenen Krankheiten gar nicht so selten sieht, und können sich schliesslich Formen ausbilden, welche die Zunge wie mit 4—6''' langen Haaren besetzt erscheinen lassen. 2) Die fadenförmigen Papillen haben sehr kleine oder gar keine Epithelialfortsätze und sind von den kleineren *Fungiformes* kaum zu unterscheiden. Zwischen dieser und der erstern Form finden sich zahlreiche Uebergänge, die keiner besondern Beschreibung bedürfen. 3) Die fadenförmigen Papillen sind nicht als besondere Hervorragungen vorhanden, sondern in einer gemeinsamen Epithelialhülle des Zungenrückens vergraben. Es gibt, besonders bei alten Leuten, Zungen, die, ohne einen Beleg zu haben, an einzelnen Stellen oder über grössere Flächen keine einzige Papille zeigen, sondern entweder eine ganz glatte Oberfläche oder nur einzelne linienartige Fortsätze, entsprechend den sonstigen Papillenzügen, darbieten. Hier findet sich dann das Epithelium entwickelter und in der Tiefe kleinere Papillen mehr von der gewöhnlichen Form. Verschieden hiervon sind die Zungen, die bei gehöriger Entwickelung der Papillen eine mehr glatte Oberfläche darbieten. Bei diesen ist es eine durch wucherndes Epithel, Schleim, Blut, Eiterkörperchen, Gährungspilze, Fadenpilze bewirkte Verklebung der Papillen, welche die ganz glatte oder von Schrunden durchfurchte Oberfläche bewirkt. 4) Die Epithelialfortsätze der fadenförmigen Papillen sind von Fadenpilzen besetzt. Wohl jeder Mikroskopiker kennt bräunliche, aus einer dunklen Axe und einer feingranulirten Rinde bestehende längliche (0,12—0,24''' lange, 0,04—0,08''' breite) Körper aus dem Zungenbelege. Nur der mittlere Theil dieser Gebilde ist aus stark verhornten Epithelplättchen gebildet, die durch Kali und Natron, namentlich in der Wärme, einzeln sich darstellen lassen und aufquellen, und von den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen abstammen; die körnige Rinde dagegen ist nichts anderes, als die Matrix eines Fadenpilzes von nur 0,0006''' Breite, der, mit den bekannten Fäden an den Zähnen ganz übereinstimmend, oft in ungeheurer Menge in derselben wurzelt. An der Leiche erkennt man leicht die von Pilzen besetzten Epithelzellen mit und ohne hervorragende Pilzfäden auch *in situ* (Fig. 201), und bei Lebenden kann man durch Abkratzen der Zunge dieselben losgetrennt in beliebiger Menge sich verschaffen. In 20—30 Fällen vermisse ich bei gesunden jungen Leuten die feinkörnigen Ueberzüge an den Epithelialfortsätzen kaum 1mal und zwar bei solchen mit ganz reiner rother Zunge. Je mehr Beleg da ist, um so häufiger ist die Matrix und treten auch die Pilze auf, die jedoch im Ganzen selten, unter 30 Fällen 3—4mal, so ausgezeichnet gefunden werden, wie die Fig. 201 ergibt und überhaupt nur etwa bei einem Drittheile der Leute sich finden, die nicht ganz regelrechte *Papillae filiformes* haben.

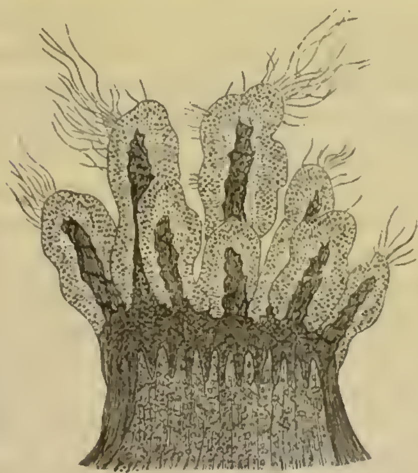


Fig. 201.

Für die Physiologie lässt sich aus den mitgetheilten anatomischen Thatsachen Folgendes entnehmen. Die *Papillae filiformes* sind weder Geschmacksorgane, noch feine Taster, da ihr dickes und, worauf ich noch viel mehr Gewicht legen möchte, stark verhorntes Epithel sehr wenig sich eignet, schmeckbare flüssige Stoffe hindurch zu lassen, oder andere Eindrücke zu den spärlichen, nur bis an die Basis der einfachen Papillen reichenden Nerven zu leiten. Ich halte mit Todd und Bowman die *Filiformes* in der Verrichtung den Zungenstacheln der Thiere, die nichts als umgewandelte *Filiformes* sind, verwandt und schreibe denselben, die mit ihren Spitzen alle rückwärts stehen, mithin

Fig. 201. Eine *Papilla filiformis*, deren hier kurze Epithelialfortsätze von der Matrix der Pilze umhüllt sind, aus der selbst einzelne Fäden hervorwuchern.

eine etwelche Bedeutung für das Fortbewegen und Festhalten der Speisetheilchen zu und betrachte zugleich ihr Epithel als eine schützende Decke für die Zunge. Diesem zufolge kann ich nicht mit *Henle* stimmen, der diese Papillen für Tastorgane erklärt. Auch begreife ich nicht, wie *Henle* dazu kommt, zu behaupten, dass dieselben mit ihren Spitzen nach vorwärts gerichtet seien, während alle Anatomen das Gegentheil melden und jeder an seiner eigenen Zunge sehen kann, dass dem nicht so ist. Die beiden andern Papillenarten dienen beide dem Geschmacke und sind ausserdem auch noch der Sitz gewöhnlichen Gefühls (für mechanische Erregungen, Temperaturen etc.), für welche Verrichtungen sie durch ihr dünnes, weiches Epithel, die Weichheit des Gewebes ihrer Papillen und durch die oberflächliche Lage (in den secundären Papillen) und die grosse Zahl ihrer Nerven vortrefflich gebaut sind. Das Gefühl ist am feinsten da, wo die *Papillae fungiformes* am gedrängtesten stehen, d. h. an der Zungenspitze, die daher, vielleicht auch wegen der festen Endkolben in manchen Papillen, besonders zum Tastorgane sich eignet, und wird an der Zungenwurzel, wo es viel stumpfer ist, von eigenthümlichen Empfindungen begleitet. Die Geschmacksempfindung ist an der Zungenwurzel viel feiner als an den übrigen Orten, die Spitze nicht ausgenommen, und auch zum Theil anders. Der Grund hiervon liegt weder im Epithelium, noch im Grundgewebe der Papillen, denn diese verhalten sich bei den *Circumvallatae* und *Fungiformes* im Wesentlichen gleich, dagegen könnte man daran denken, denselben in den Nerven zu suchen. In den *Circumvallatae* sind die Nervenfasern immer feiner und bedeutend zahlreicher als in den *Fungiformes*, so dass bei ihnen auf denselben Raum mehr Papillen und Endigungen kommen. Namentlich die Feinheit der Nervenfasern, verbunden mit einer geringen Mächtigkeit der Markscheide und mehr oberflächlichen Lage der Axenfaser, die wir ja in allen Endigungen der höheren Sinnesnerven finden, möchte vielleicht erklären, dass hier die schmeckbaren Stoffe kräftiger und auch dann noch einwirken, wenn sie von dickeren Nervenelementen nicht mehr wahrgenommen werden. Reicht dieser Umstand nicht aus, um die Verschiedenheiten des Geschmackes in den beiderlei Papillen zu erklären, so bleibt nichts anderes übrig, als auf die Centralorgane zurückzugehen oder den Nervenfasern selbst ganz besondere Leistungen zuzuschreiben, womit dann freilich die Lücke in unserem Wissen offen eingestanden ist. — An der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge hat *Remak* mikroskopische Ganglien aufgefunden, welche in der neueren Zeit von mir (Mikr. Anat. II. 2. p. 32) und *Remak* (*Müll.* Arch. 1852) genauer untersucht wurden. *Remak* fand solche Knötchen auch an den Zungenästen des *Lingualis* beim Schafe und Kalbe bis nahe an die Zungenspitze, jedoch kleiner und sparsamer als beim *Glossopharyngeus*, wogegen dieselben beim Menschen an den stärkeren Zungenästen fehlten, und nur an den zarteren Aestchen im Innern als sehr feine Ganglien vorhanden waren. *Remak* bemüht sich, eine Beziehung dieser Ganglien, deren Vorkommen auch *Schiff* (Archiv für physiol. Heilk. 1853. p. 377) bestätigt, zu den Zungendrüsen nachzuweisen und dieselben in ihren Leistungen dem *Ganglion linguale* gleichzustellen, gegen welche im Allgemeinen zusagende Ansicht ich nur bemerke, 1) dass Ganglien nicht nur an den Aesten zur Schleimhaut, sondern auch an denen zu den Papillen selbst und in Zungengegenden (Spitze) sich finden, wo keine Drüsen liegen, und 2) dass auch die Drüsenregion der Zungenwurzel Geschmacksempfindung hat. Aus diesen Gründen scheint es mir, wie auch *Schiff*, vorläufig noch nicht möglich, eine Beziehung der fraglichen Ganglien zu den Empfindungen ganz zu läugnen.


Fig. 202.

Fig. 202. Ein kleines Stämmchen mit 3 Ganglien aus der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge des Menschen. Geringe Vergr.

Sind auch die letzten Endigungen der Nerven in der Zunge der Säugethiere noch gänzlich unbekannt, so liegen doch über die Nerven der Froschzunge eine Reihe Beobachtungen vor, von denen die neuesten von *Axel Key* unter der Leitung *Schultze's* angestellten die Sache zum Abschlusse zu bringen scheinen. Nachdem *Leydig* zuerst gesehen hatte, dass die *Papillae fungiformes* der Froschzunge in der Mitte ihrer Endfläche ein eigenthümliches nicht flimmerndes Epithel besitzen, machte *Billroth* die Beobachtung, dass nur diese Papillen Nerven führen und gelangte auch zu einigen andern Wahrnehmungen, die ihn zu dem Ausspruche führten, dass die Nerven mit einem Theile der Epithelzellen in Verbindung stehen. Doch gelang es ihm weder diesen Zusammenhang wirklich zu beobachten, noch auch die genauere Beschaffenheit der Epithelzellen zu ermitteln, wogegen *Axel Key* in dieser Beziehung zu sehr bestimmten Ergebnissen gelangte. Nach diesem Forscher besteht das Epithel der nicht flimmernden Endfläche der *Papillae fungiformes* aus zweierlei Zellen, einmal gewöhnlichen Epithelzellen von mehr kegelförmiger Gestalt mit Fortsätzen nach innen, die netzförmig untereinander zusammenhängen, und zweitens den »Geschmackszellen«, die in Gestalt mit den Riechzellen im Wesentlichen übereinstimmen (s. unten) und durch feine knotige Fädchen mit den Axencylindern der Nervenfasern der Papillen sich verbinden, so dass jeder Axencylinder mit mehreren Zellen zusammenhängt. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf die Arbeit von *Key* und bemerke ich nur noch, dass bei höhern Thieren das Epithel der eigentlichen Geschmackswärzchen nach dem, was bis jetzt bekannt ist, keine Eigenthümlichkeiten darbietet, welche auf ähnliche Verhältnisse, wie beim Frosche, schliessen lassen.

Vom Epithel der Froschzunge gibt *Billroth* an, dass die Zellen desselben durch fadige Ausläufer mit den Bindegewebskörperchen der eigentlichen Papillen zusammenhängen. Von Späteren konnte *Hoyer* solche Verbindungen nicht finden, *Fixsen* und *A. Key* dagegen sahen wenigstens an gewissen Stellen fadige, in die Substanz der Papillen eindringende Fortsätze, und bemerkten auch wie *Billroth* eine tiefere Lage spindelförmiger Epithelzellen.

C. Von den Drüsen der Mundhöhle.

1. Schleimdrüsen.

§. 138.

Die Schleimdrüsen der Mundhöhle sind gelbliche oder weissliche traubenförmige Drüschen von meist rundlicher Gestalt, höckeriger Oberfläche und $\frac{1}{2}$ — 2''' Grösse, die in der Regel unmittelbar nach aussen von der Schleimhaut ihre Lage haben, durch einen kurzen geraden Ausführungsgang in die Mundhöhle sich öffnen und ein schleimiges Secret liefern.

Je nach den verschiedenen Gegenden verhalten sich die Schleimdrüschen etwas verschieden und werden auch mit besonderen Namen benannt.

1) Die Lippendrüsen, *Gl. labiales,* liegen zwischen der Muskellage und der Schleimhaut, sind $\frac{1}{2}$ — 1 $\frac{1}{3}$''' gross, sehr zahlreich und bilden einen fast zusammenhängenden Drüsenring um die Mundöffnung herum, der in 3''' Entfernung vom rothen Lippenrande beginnt und ungefähr $\frac{1}{2}$'' Breite besitzt.

2) Die Backendrüsen, *Glandulae buccales,* finden sich weiter nach aussen gedeckt vom *Buccinator,* sind ziemlich zahlreich, aber kleiner. Einige grössere Drüschen zeigen sich an der Einmündung des *Stenon*'schen Ganges auf dem *Buccinator* und noch weiter rückwärts in der Gegend des letzten Backzahnes *(Gl. molares).*

3) Die Gaumendrüsen, *Glandulae palatinae.* Die des harten

Gaumens sind kleiner und gehen kaum über die Mitte desselben nach vorn, wogegen die des weichen Gaumens an der untern Seite desselben ein mächtiges Drüsenlager bilden, das nach vorn 3—4''' mächtig ist, gegen den freien Rand und das Zäpfchen hin jedoch etwas abnimmt. Auch an der hinteren Fläche des weichen Gaumens sind Drüschen vorhanden, jedoch viel kleiner und nicht immer in zusammenhängender Lage.

4) Die Zungendrüsen, *Glandulae linguales.* Ich unterscheide:

a) die Schleimdrüsen der Zungenwurzel. Dieselben bilden eine zum Theil sehr mächtige Lage von ½—2''' grossen Drüsen unter den später zu beschreibenden einfachen Schleimbälgen der Zungenwurzel und den *Papillae circumvallatae*, das namentlich unter den erstgenannten bis 4''' Dicke zeigt und fast zusammenhängend von einer Tonsille zur andern sich erstreckt. Vor dem *Foramen coecum* sind diese Drüsen kleiner und spärlicher, doch finden sich einzelne derselben noch vor den vordersten *Papillae circumvallatae* mehr oder weniger tief im Muskelfleische, jedoch nie bis über die Mitte der Zunge hinaus nach vorn zu. Die Ausführungsgänge dieser von den Enden des *Genioglossus* durchsetzten und zum Theil mit denselben verbundenen Drüsen sind an den hintern Drüsen bis 6''' lang und münden, wie *E. H. Weber* zuerst gezeigt hat, was *Henle* mit Unrecht als eine Ausnahme bezeichnet, trichterförmig sich erweiternd, in die einfachen Schleimbälge der Wurzel ein; in der Gegend der *Papillae circumvallatae* dagegen öffnen sich dieselben für sich zwischen den Zungenpapillen und in den Furchen, welche die umwallten Papillen umgeben, einzelne auch an den Wänden des *Foramen coecum*.

b) Die Randdrüsen der Zungenwurzel. An den Rändern der Zungenwurzel findet man in der Höhe der *Papillae vallatae* mehrere schon oben erwähnte senkrechte, blattartige Falten und zwischen denselben feine Oeffnungen, welche einer besondern kleinern Gruppe von Drüsen angehören, die mitten in der Ausstrahlung des *Hyoglossus* und *Transversus* drin liegen. Bei Thieren sind diese Drüsen, so wie die betreffenden Falten (*Mayer's* Organ) oft sehr entwickelt (siehe *Brühl* l. c.). Nach *Henle* kommen auch noch weiter vorn eine oder zwei kleine Haufen solcher Randdrüsen vor *(Splanchn.)*.

c) Die Drüsen der Zungenspitze. An der untern Seite der Zungenspitze, jedoch noch im Fleische des *Lingualis inferior* und *Styloglossus* liegen rechts und links zwei längliche, 6—10''' lange, 2—3''' dicke, 3—4''' breite Drüsenhaufen, deren 5 bis 6 Ausführungsgänge auf besondern gelappten Schleimhautfalten neben dem *Frenulum linguae* ausmünden. Diese Drüsen hat schon *Blandin* genau beschrieben und *Nuhn* neulich der Vergessenheit entrissen.

Szontágh hat die Gaumendrüsen genauer untersucht. Am harten Gaumen zählte er 250 Drüsenmündungen, 100 an der vordern, 40 an der hintern Seite des weichen Gaumens und 12 an der *Uvula.* Die grössten Drüsen bis 3^{mm} sah er an der hintern Seite des *Velum palatinum*, was sicher nicht für alle Fälle richtig ist. Die Ausführungsgänge messen $0{,}08—0{,}3^{mm}$. Auch einfache *Tubuli* fanden sich in manchen Fällen zwischen den traubenförmigen Drüsen.

§. 139.

Feinerer Bau der Schleimdrüsen. Alle erwähnten Drüschen stimmen in den wesentlichsten Verhältnissen des feinern Baues vollkommen überein und bestehen ohne Ausnahme aus einer gewissen Zahl von Drüsenläppchen und einem verästelten Ausführungsgange. Die Läppchen, die bei den einfachsten Drüsen (Fig. 203) nur zu einigen wenigen (4 — 8) sich finden, sind im Umkreise meist länglich oder birnförmig, auch wohl rundlich, nicht selten abgeplattet, 0,5 — 0,72''' lang, 0,2 — 0,48''' breit, hie und da auch rundlich und sitzen jedes an einem 0,03 — 0,05''' breiten Aste des von 0,12 — 0,3''', selbst 0,5''' (Drüsen der Zungenwurzel) messenden Ausführungsganges auf. Dieselben bestehen aus einer gewissen Zahl gewundener und vielfach mit einfachen oder zusammengesetzten blasigen Ausbuchtungen besetzter Kanäle (Fig. 204), welche als die unmittelbaren Fortsetzungen der Ausführungsgänge der Läppchen erscheinen, die, sowie sie in dieselben eingetreten sind, meist ohne an Durchmesser abzunehmen, nach und nach in eine gewisse Zahl derselben sich spalten. Was man **Drüsenbläschen** *(Acini)* genannt hat, sind nichts anderes, als die Ausbuchtungen und Enden dieser Kanäle oder die letzten Aeste der Ausführungsgänge. Dieselben erscheinen, oberflächlich und bei kleineren Vergrösserungen betrachtet, alle gleichmässig rundlich oder birnförmig, eine genaue Untersuchung eines ganzen Läppchens und noch besser einer zerzupften und eingespritzten Drüse ergibt jedoch, dass die Form derselben eine sehr wechselnde, rundliche, birnförmige oder längliche ist. Es ist nicht möglich, alle vorkommenden Gestalten ausführlich zu beschreiben, und ich will daher nur noch bemerken, dass die Enden der Drüsenläppchen häufig im Kleinen das Bild der Samenbläschen und auch den Bau derselben wiederholen, und zugleich auf beistehende, zum Theil schematische Figur verweisen (Fig. 204).



Fig. 203.

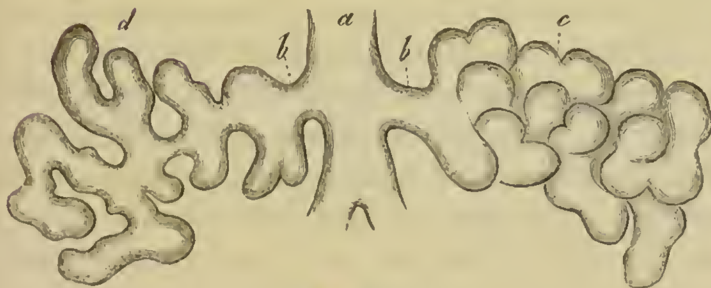


Fig. 204.

Fig. 203. Traubenförmige Schleimdrüse vom Boden der Mundhöhle. *a.* Bindegewebshülle, *b.* Ausführungsgang, *c.* Drüsenbläschen, *d.* Gänge der Läppchen. Vom Menschen. Vergr. 50.

Fig. 204. Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a.* Ausführungsgang des Läppchens, *b.* Nebenast, *c.* die Drüsenbläschen an einem solchen *in situ*, *d.* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

Alle feinsten Drüsengänge und Bläschen, deren Durchmesser von 0,02—0,08''' wechselt, bestehen aus einer besondern gleichartigen Hülle, der *Membrana propria* von 0,0008—0,0012''' Dicke und einem Epithel (Fig. 205), das an frischen Drüsen als ein die Drüsenenden ganz und gar auskleidender Ueberzug sich ergibt, jedoch sehr gern abfällt und dann die Drüsenbläschen als eine körnige Masse erfüllt. Die Epithelzellen liegen in einfacher Schicht an der *Membrana propria,* sind 5—6eckig, oft etwas in die Länge gezogen, 0,005—0,006''' breit, 0,003—0,004''' dick, und enthalten ausser einem 0,002—0,003''' grossen rundlichen oder länglichrunden Kerne oft mit deutlichem Nucleolus und, wie *Donders* zuerst richtig angab, einer gewissen Menge flüssigen Schleimstoffes, der durch Essigsäure gerinnt (weshalb auch die Zellen durch dieses Mittel dunkel werden), ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer oder kleinerer Körner, die bald einfach wie weisses Fett sich ausnehmen, bald gelblich und bräunlich gefärbt sind, und dadurch die Farbe der Drüsen selbst mit bedingen helfen.

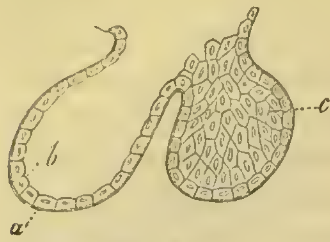


Fig. 205.

Die eben beschriebenen Elemente der Drüsenläppchen liegen zwar alle sehr dicht beisammen, so dass sie nicht selten durch gegenseitigen Druck leicht sich abflachen, doch findet sich immer noch zwischen ihnen eine geringe Menge von Bindegewebe, in welchem die Gefässe des Läppchens verlaufen. Ausserdem sind dann die einzelnen Läppchen und die ganzen Drüsen von derberen Hüllen eines elastische Fäserchen führenden Bindegewebes, das auch Fettzellen enthalten kann, umgeben. An kleinen Drüsen, wie Fig. 203, unterscheidet man von Unterabtheilungen nur die beschriebenen Läppchen und Drüsenbläschen oder Schläuche, an grösseren dagegen, wie an den Lippen- und Gaumendrüsen, werden die kleinsten Läppchen gruppenweise von etwas stärkeren Bindegewebsscheiden umgeben, so dass dann auch eine gewisse Zahl von secundären Läppchen vorhanden ist, von denen jedes einer einfachen Drüse entspricht und auch dieselbe Grösse hat wie sie, d. h. etwa ½—1½'''.

Die Ausführungsgänge der Läppchen haben eine bindegewebige Hülle mit Netzen feiner elastischer Fasern und eine einfache 0,008—0,01''' mächtige Lage von cylindrischen Zellen. In den Hauptausführungsgängen misst die an elastischen Fasern sehr reiche Wand an den kleinsten Drüsen schon 0,02''', an den grösseren bis zu 0,03''' und 0,04''', das Epithel 0,01—0,012'''. Von Muskelfasern sah ich weder an den Drüsen selbst, noch an den Ausführungsgängen eine Spur, dagegen besitzen dieselben viele kleineren Gefässe, die mit dem Ausführungsgange oder sonst zwischen die Läppchen eindringen und im Inneren ein weiteres Netz von Capillaren von 0,003''' bilden, das die einzelnen Schläuche und Bläschen umspinnt, so dass auf jeden Fall ein jeder derselben mit 3—4 Capillaren in Berührung ist. — Nerven finden sich reichlich an den Ausführungsgängen, und hie und da auch als mittelfeine Fasern in den Drüsen selbst.

Fig. 205. Zwei Drüsenbläschen einer traubenförmigen Schleimdrüse des Menschen, 300mal vergr. *a. M. propria*, *b.* Epithel, wie es im scheinbaren Durchschnitte eines Bläschens erscheint, *c.* dasselbe von der Fläche gesehen.

Die Absonderung der traubenförmigen Drüsen ist ein klarer gelblicher offenbar aus den Epithelzellen stammender Schleim mit nur zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellenresten, der die Ausführungsgänge und übrigen Drüsenräume bis in die letzten Enden hinein erfüllt und auch in diesen durch Essigsäurezusatz leicht als eine streifige zähe Masse zur Anschauung zu bringen ist. Sogenannte Schleimkörperchen, wie sie in den Mundflüssigkeiten sich finden, habe ich nie in einer Schleimdrüse gesehen, was *Donders* und *Bernard* bestätigen, und bin ich der Ansicht, dass die Schleimabsonderung regelrecht ohne Zellenbildung vor sich geht.

2. Balgdrüsen *(Glandulae folliculares)*.

§. 140.

Die Balgdrüsen der Mundhöhle finden sich einmal als einfache Bälge an der Zungenwurzel und zweitens als zusammengesetzte rechts und links vom *Isthmus faucium*, die Mandeln, *Tonsillae*. Im Baue sind diese Organe insofern einander ganz gleich, als die Tonsillen als ein Haufen einfacher Balgdrüsen aufgefasst werden können, weichen dagegen von den Schleimdrüsen so sehr ab, dass sie in keiner Beziehung mit denselben sich zusammenstellen lassen.

Die einfachen Balgdrüsen der Zungenwurzel (Fig. 194. *f.*) liegen als eine fast zusammenhängende Schicht von den *Papillae vallatae* bis zur *Epiglottis* und von einer Mandel zur andern über den Schleimdrüsen dieser Gegend unmittelbar an der Schleimhaut. Ihre Lage ist so oberflächlich, dass die einzelnen Drüsen schon von aussen als hügelartige Erhebungen der Schleimhaut sich kundgeben und in Zahl und Anordnung sich erkennen lassen. Legt man dieselben frei, so sieht man, dass jeder Balg eine linsenförmige, auch wohl kugelige Masse von $\frac{1}{2}$—2''' Durchmesser ist, welche an der äussern Seite von der hier sehr dünnen Schleimhaut bekleidet wird, locker in das submucöse Gewebe eingebettet ist, und an ihrer untern Fläche den Ausführungsgang einer tiefer gelegenen Schleimdrüse aufnimmt. In der Mitte der freien Fläche findet sich an jeder Balgdrüse eine punktförmige, von blossem Auge leicht sichtbare, oft ziemlich weite (von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$''') Oeffnung, die in eine trichterförmige Höhle führt, die einerseits durch ihre im Verhältnisse zur Grösse des Balges bedeutende Enge, anderseits durch ihre dicken Wandungen sich auszeichnet, und meist mit einer graulichen schleimartigen Masse gefüllt ist.

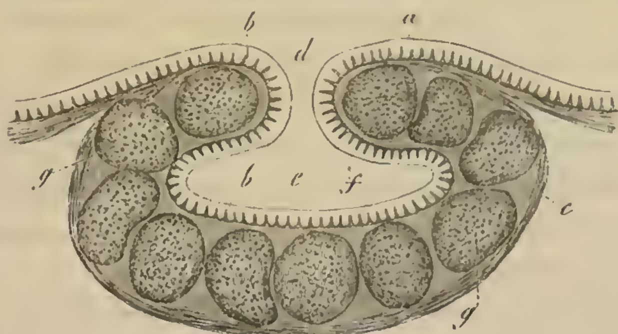


Fig. 206.

Eine jede Balgdrüse (Fig. 206) ist eine dickwandige Capsel, die aussen von einer mit den tiefen Lagen der *Mucosa* zusammenhängenden Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung der Mund-

Fig. 206. Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a.* Epithel, das dieselbe auskleidet, *b.* Papillen, *c.* äussere Fläche der Balgdrüse mit der Bindegewebshülle, *c.* Höhlung des Balges, *f.* Epithel desselben, *g.* Follikel in der dicken Wand des Balges. — Vergrösserung 30.

höhlenschleimhaut mit Papillen und Epithel ausgekleidet wird und zwischen beiden in einer zarten, faserigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl grosser, ganz geschlossener Capseln oder Follikel enthält (Fig. 206. *g*.), die bei einer Grösse von $^1/_{10} - ^1/_4'''$, runder oder länglichrunder Gestalt und weisslicher Farbe, den Capseln der *Peyer*'schen und solitären Drüsen, und den Bläschen der Milz und der Lymphdrüsen sehr ähnlich sind, und aus einer 0,002—0,003''' dicken, ziemlich festen Hülle aus mehr gleichartigem Bindegewebe ohne elastische Fasern und einem grauweissen Inhalte bestehen, der beim Anstechen eines Follikels als ein in Wasser sich zertheilendes Tröpfchen hervorquillt, und aus Flüssigkeit und geformten Theilchen gebildet wird. Erstere von alkalischer Reaction ist in äusserst geringer Menge da, so dass sie nur als Bindemittel der letztern erscheint, die aus 0,0025—0,005''' grossen Zellen ohne besondere Eigenthümlichkeit besteht. Essigsäure macht die Zellen gekörnt und dadurch den Inhalt weisslich, schlägt jedoch keinen Schleim nieder, womit die Verschiedenheit des Inhaltes dieser Follikel von dem der Schleimdrüsen und die Uebereinstimmung desselben mit dem der Milzkörperchen festgestellt ist. Dieser Inhalt ist übrigens nicht frei in den Follikeln enthalten, vielmehr liegt derselbe in den Maschen eines feinen Balkenwerkes, welches, von der Hülle abgehend, das ganze Innere durchzieht und aus sternförmigen vereinigten Zellen und aus durch Umbildung solcher gebildeten kernlosen Bälkchen besteht. Es findet sich somit in diesen Follikeln das Gewebe, das ich cytogene Bindesubstanz und *His* adenoide Substanz genannt haben (siehe §. 25). — Die Lagerung der Follikel ist meist so, dass dieselben eine fast zusammenhängende einfache Schicht zwischen der äussern Hülle und dem Epithel der Balgdrüsen bilden, doch findet man auch, wenigstens bei Thieren, stellenweise zwei Follikel hintereinander oder grössere Abstände derselben.

Die Gefässe der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und lassen sich beim Menschen, mit Blut gefüllt, oft leicht verfolgen. Kleine Arterien treten von aussen her durch die Faserhülle ins Innere hinein, verästeln sich zwischen den einzelnen Follikeln aufsteigend zierlich baumförmig, und enden in den Papillen und dann an und in den Follikeln. Die Gefässe der ersteren verhalten sich wie sonst in einfachen Papillen und sind entweder einfache oder zusammengesetzte Schlingen; an den Follikeln findet sich rings um dieselben herum ein äusserst hübsches und reichliches Netz, von welchem aus zahlreiche Gefässchen in das Innere dringen und hier ein mässig enges Netzwerk darstellen, dessen feinste Gefässchen von 0,004—0,006''' messen. Die ableitenden Venen sammeln sich von den beiden genannten Orten her und sind weit und zahlreich. Auch Lymphgefässe scheinen nach *E. H. Weber* (*Meck.* Arch. 1827. S. 282) von diesen Drüsen zu kommen, welche jedoch nach *Teichmann* nicht wirklich in denselben ihre Anfänge haben, und Nerven habe ich selbst an diesen Organen wahrgenommen.

Die Mandeln oder Tonsillen sind nach meinen Untersuchungen nichts als ein Haufen einer gewissen Zahl (10 bis 20) zusammengesetzter Balgdrüsen, die, fest untereinander verbunden und von einer gemeinsamen Hülle zusammengehalten, ein grösseres halbkugeliges Organ bilden und auch häufig mit ihren Oeffnungen in einige wenige zusammenfliessen. Jeder Abschnitt der Tonsille hat, so verschieden auch die Gestalt seiner Höhle und seine äussere

Form ist, doch ganz denselben Bau. Geht man von der Mundhöhle aus, so ergibt sich, dass das Epithelium derselben auch in die einzelnen Höhlen der Tonsille eingeht und, wenn auch etwas verdünnt, dieselben bis in die letzten Nebenhöhlen vollständig auskleidet. Unter demselben trifft man eine grauliche, weiche, sehr gefässreiche, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}'''$ dicke Membran, und nach aussen schliesslich noch eine derbe, verhältnissmässig dicke Faserhülle, welche da, wo zwei Lappen oder Abschnitte der Tonsille sich berühren, denselben gemeinschaftlich angehört und an den äussern Enden derselben mit der gemeinschaftlichen Hülle des Organes zusammenhängt. Die weiche dicke Lage zwischen Epithel und Faserhülle hat dieselbe Zusammensetzung, wie die entsprechende Lage der Balgdrüsen der Zungenwurzel. Auch hier zeigen sich gegen das Epithel kegel- oder fadenförmige, selbst leicht ästige Papillen von 0,06—0.08''' Länge, 0,04—0,03''' Breite, dann im Innern rundliche, ganz geschlossene Follikel, einer dicht am andern, von derselben Grösse und mit demselben Inhalte wie dort, endlich ein weiches, dieselben verbindendes und zahlreiche Gefässe führendes Fasergewebe. Die Gefässe sind noch zahlreicher als in den Bälgen der Zunge, ihre Verästelung jedoch im Ganzen dieselbe wie dort (Fig. 209), nur dass die Papillen häufig mehrfache Schlingen führen. Die Faserhülle endlich besteht aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und nimmt einzelne Fasern des obersten Schlundkopfschnürers auf. — Nerven sieht man sowohl äusserlich an der Tonsille als in den Papillen, doch habe ich hier so wenig wie in den Bälgen der Zunge, in der eigentlichen Haut der Follikel, solche zu finden vermocht.



Fig. 207.

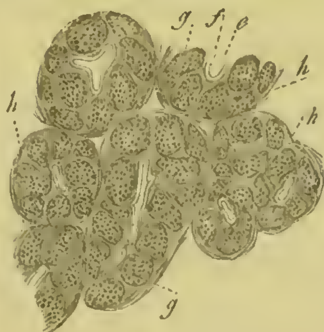


Fig. 208.

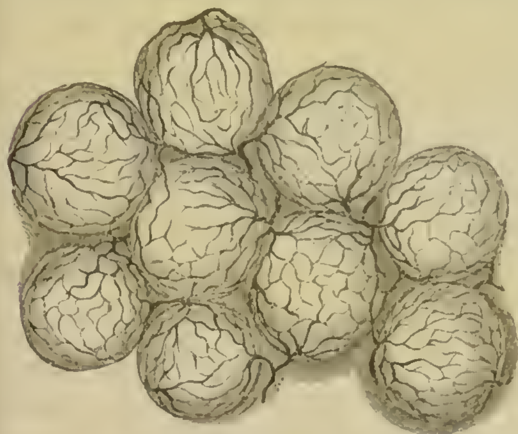


Fig. 209.

Wie die Mandeln und Schleimbälge der Zunge im Baue, so scheinen sie auch im Inhalte übereinzustimmen, doch ist derselbe von den ersteren nicht leicht rein zu erhalten, weil dieselben auch Schleimdrüsengänge aufnehmen Derselbe ist eine grauweisse schleimartige Masse, die jedoch, so viel ich finde, keinen Schleimstoff enthält, sondern entweder nur aus losgestossenem

Fig. 207. Ein Stück der Tonsille des Schweines im senkrechten Durchschnitte. Vergrösserung 40. *a.* Epithel der Mundhöhlenfläche der Tonsille, *b.* Papillen der Schleimhaut, *c.* äussere Fläche der Tonsille mit der Bindegewebshülle, *d.* Mündungen der einzelnen Bälge, *e.* Höhlungen derselben, *f.* Epithel der Höhlungen, *g.* Follikel in den Wänden der Bälge, *h.* Bindegewebe zwischen den einzelnen Bälgen.

Fig. 208. Ein Stück der Tonsille des Schweines im Querschnitte. Buchstaben *e*—*h* wie vorhin.

Fig. 209. Gefässe einiger Follikel aus der Tonsille des Menschen von der Höhlung eines Balges aus betrachtet. Vergrösserung 60.

Epithelium (Plättchen) besteht, oder aus solchem mit kleineren Zellen gemengt, die wahrscheinlich dieselbe Bedeutung wie die sogenannten Schleimkörperchen haben (siehe unten). In krankhaften Fällen enthalten die Höhlen dieser Organe auch den Inhalt geborstener Follikel.

Der eigenthümliche Bau der Tonsillen und Balgdrüsen der Zungenwurzel wurde schon im Jahre 1850 von mir aufgedeckt, doch dauerte es volle 10 Jahre, bis die Wahrheit sich Bahn brach, indem noch im Jahre 1859 *Sachs* und *Reichert* diese Organe für traubenförmige Drüsen und *Böttcher* für pathologische Bildungen erklärten. Die wesentlichsten Ergänzungen meiner ersten Beschreibung waren folgende. Im Jahre 1855 (Handb. 2. Aufl.) beschrieb ich Gefässe im Innern der Follikel der Tonsillen, welche dann später auch *Billroth* auffand (Beitr. S. 133), der ausserdem auch das *Reticulum* im Innern schilderte, das, wie man weiss, von mir als Netz von Bindesubstanzzellen aufgefasst wird. Ein zweiter Fortschritt, bei dessen Gewinnung namentlich *Huxley, Billroth, Henle* und *Schmidt* aus Kopenhagen, der hier diese Organe untersuchte, sich betheiligten, geschah dadurch, dass man nach und nach erkannte, dass die Organe in Frage die eigenthümliche cytogene Bindesubstanz, die sie kennzeichnet, nicht immer in geschlossenen gutbegrenzten Blasen, sondern auch in formlosen Massen enthalten, die entweder zwischen den Follikeln liegen, oder die Stelle einzelner derselben einnehmen, oder wie aus Verschmelzung mehrerer derselben hervorgegangen erscheinen. So stellte sich immer mehr die Aehnlichkeit dieser Organe mit den übrigen lymphdrüsenartigen Organen, den Follikeln des Darmes und der Milz, und der *Thymus*, sowie mit den Lymphdrüsen selbst heraus, auf welche ich schon vor längerer Zeit aufmerksam gemacht hatte, und die später besonders von *Brücke* betont worden war. Immerhin ist die Beziehung der Tonsillen zu den Lymphgefässen nichts weniger als aufgeklärt, wenn auch zu vermuthen steht, dass dieselbe eine ähnliche ist, wie bei den Follikeln des Dünndarmes, deren Beschreibung unten folgt.

Henle bezeichnet alle vorhin erwähnten Organe als »conglobirte Drüsen« und das sie bildende Gewebe als »conglobirte Drüsensubstanz«. Ich finde keinen Grund, den Namen Balgdrüsen, den ich gewissen derselben gegeben, zu ändern, und kann derselbe auch als allgemeine Bezeichnung für alle lymphdrüsenartigen Organe gebraucht werden. Das Gewebe dieser Organe schildert *Henle* auch noch in neuester Zeit (*Splanchn.* S. 55) als gewöhnliches Bindegewebe, während dasselbe aus einem Netz von Bindegewebskörperchen besteht (siehe §. 25).

Nach *Henle* kommen beim Menschen auch Balgdrüsen der Zungenwurzel ohne Hohlraum vor. Vielleicht verdienen solche Organe, die ich noch nicht gesehen habe, eher den Namen von breiten Papillen, die in ihrem Innern cytogene Drüsensubstanz enthalten, wenigstens hat Hr. Dr. *Schmidt* aus Kopenhagen bei Säugethieren in ächten Zungenpapillen ein solches Gewebe und selbst scharf begrenzte Follikel gefunden.

Beim Menschen scheinen bei den Entzündungen der Mandeln und ihren Folgen die Follikel derselben anzuschwellen, in ihrem Inhalte sich zu ändern und dann zu bersten. Die mit eiter- oder käseartigen Massen gefüllten geschlossenen Bälge, die man in erkrankten Tonsillen beschreibt, möchten, wenn sie eine gewisse Grösse nicht überschreiten, nichts anderes als solche Follikel sein und durch ihr Bersten jene Massen liefern, die in den grösseren Höhlungen sich anhäufen. So kommt es, dass man so oft in den Wänden der Mandeln den regelrechten Bau nicht mehr erkennt, und höchstens noch geöffnete Follikel, meist nichts als eine körnige, von Fasern und Gefässen durchzogene Masse von Resten der Papillen und des Epithels findet. Bei Kindern und in gewissen Fällen von leicht angeschwollenen Tonsillen sieht man jedoch die Follikel derselben sehr schön. Von Thieren sind zu empfehlen die Tonsille des Schweines und Schafes, und die Zungenbälge des Ochsen, dann Tonsillen ähnliche Organe nahe am Eingange des Larynx beim Schweine, Schafe und Ochsen, bei denen an frischen und in starkem Alkohol erhärteten Theilen der Bau stets leicht zu ermitteln ist.

Die graulichen, gelblichen oder grünlichen, bald weicheren, bald festeren Massen, welche man so häufig als mehr krankhafte Erscheinung in den Höhlen der Tonsillen findet, enthalten grössere und kleinere einkernige Zellen, zum Theil ausgezeichnet fettig entartet, auch wohl mit Hohlräumen und Verdickungen der Membran, ferner Epi-

thel (keine Flimmercylinder, wie *Valentin* angibt), hie und da auch Cholestearinkrystalle und Fadenpilze. Schon regelrechter ist der Inhalt der Höhlen, wenn er nur aus Epithel und aus kleinen nicht fetthaltigen Zellen besteht, doch findet man auch von einem solchen häufig so bedeutende Massen, dass man ebenfalls an ein Uebermaass der Bildung denken muss. Ueberhaupt ist es mir zweifelhaft geworden, ob diese Organe regelrecht etwas anderes als Flüssigkeit ausscheiden, denn wenn man auch bei Thieren, wie z. B. beim Schafe, immer Zellen in den Höhlungen der Tonsillen findet, so sind dieselben doch nur in geringer Menge vorhanden und könnten daher, eben so gut wie die sogenannten Schleimkörperchen, pathologische Bildungen des geringsten Grades sein.

3. Speicheldrüsen.

§. 141.

Die Speicheldrüsen, *Glandulae salivales*, d. h. die *Parotis, Submaxillaris, Sublingualis* und die *Rivini*'schen Drüsen, stimmen in ihrem Baue so sehr mit den traubenförmigen Schleimdrüschen überein, dass eine ausführliche Beschreibung derselben ganz überflüssig ist. Dieselben sind zusammengesetzte traubige Drüsen und können der Form nach als eine Vereinigung vieler Schleimdrüschen aufgefasst werden. Die Läppchen erster und zweiter Ordnung nämlich, die man an diesen Drüsen wahrnimmt, entsprechen die letztern den ganzen Schleimdrüschen, die ersteren den einzelnen Läppchen derselben. Die Läppchen zweiter Ordnung treten dann zu noch grösseren Abtheilungen zusammen, und eine gewisse Zahl von solchen bildet die ganze Drüse. Die Ausführungsgänge sind, entsprechend der Zahl der Drüsenunterabtheilungen, mehr oder weniger verästelt, und verhalten sich schliesslich in ihren Enden wie die der Schleimdrüschen.

Die feinere Zusammensetzung der Speicheldrüsen bietet ebenfalls nicht viel Bemerkenswerthes dar. Die Drüsenbläschen messen bei allen drei Drüsenarten gleichmässig 0,016 — 0,024 — 0,03‴, sind eben so verschieden geformt wie bei den Schleimdrüschen, und gehen in ähnlicher Weise wie dort aus den Ausführungsgängen hervor. Ihre *Membrana propria* ist häufig doppelt begrenzt und inwendig immer mit einem Pflasterepithel belegt, dessen 0,005 — 0,008‴ grosse, einkernige Zellen bei grobem Ausquetschen einer Drüse in schönen Folgen sich erhalten lassen. Wie *Donders* mit Recht angibt, enthalten diese Zellen in der *Submaxillaris* und *Sublingualis* regelrecht Schleim und auch eine grössere Zahl von Fettkörnchen, und auch wohl Pigmentkörner, während in denen der *Parotis* der Schleim fehlt und auch die körnigen Bildungen seltener sind. Essigsäure trübt dort den Inhalt der Zellen und klärt dieselben auch im Ueberschusse nicht, weshalb dieselbe zur Untersuchung nicht zu empfehlen ist, mehr das sehr verdünnte Natron, das die Epithelzellen *in situ* erkennen lässt.

Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen sind von einem Cylinderepithelium in einfacher Schicht ausgekleidet, dessen Zellen bis 0,016‴ Länge messen, der übrige Theil der Wand, der beim *Ductus Stenonianus* sehr dick ist, viel dünner bei den andern, hat einen festen derben Bau und besteht aus Bindegewebe mit vielen sehr dichten Netzen von feinen und mitteldicken elastischen Fasern. Nur beim *Ductus Whartonianus* zeigt sich nach aussen vom Epithel und einer Doppellage von elastischen Häuten, deren Elemente der Quere und der Länge nach ziehen, eine mit grosser Mühe nach-

weisbare und in ihren Elementen darstellbare schwache Lage von glatten Muskeln, mit kurzen, nicht sehr zierlichen Kernen von 0,004 — 0,006''', höchstens 0,008''', welche Längsfaserschicht noch von einer Lage von Bindegewebe mit elastischen Fäserchen bedeckt ist.

Die Gefässe der Speicheldrüsen sind sehr zahlreich und zeigen den gewöhnlichen Bau. Die Capillaren bilden weite Netze, in welche die Drüsenbläschen eingebettet sind, so dass jedes Bläschen von mehreren Seiten her Blut erhält, und messen 0,003—0,004'''. Auch an den Ausführungsgängen sind ziemlich viele Gefässe vorhanden. Saugadern finden sich in den Speicheldrüsen ebenfalls, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Nerven treten vom *Plexus caroticus externus* aus mit den Gefässen ins Innere der Drüsen; ausserdem versorgt auch das *Ganglion linguale (Lingualis* und *Chorda tympani)* die zwei kleineren Drüsenpaare, und der *Facialis* und wahrscheinlich der *Auricularis anterior* die *Parotis*. Mit Bezug auf die Ausbreitung dieser zahlreichen Nerven bemerke ich, dass es auch hier unmöglich ist, in den kleinsten Drüsenläppchen Nerven zu finden, wogegen man dieselben an den grösseren Gefässen und an den Ausführungsgängen leicht findet. Besonders zahlreiche Nervennetze von Fasern von 0,001—0,002''' sah ich bei Thieren an den *Rivini*'schen Gängen. Beim Pferde fand *Donders* Theilungen und freie feine Ausläufer dunkelrandiger Nerven in der *Parotis* (l. c. Fig. III.).

Die Absonderung der Speicheldrüsen ist regelrecht ohne geformte Bestandtheile, kann jedoch zufälliger Weise Epithelzellen der Ausführungsgänge oder einzelne, halb zersetzte Zellen aus den Drüsenbläschen enthalten. In ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften ist dieselbe bei den verschiedenen Speicheldrüsen verschieden. Der Parotidenspeichel ist klar und flüssig, und enthält keinen Schleimstoff, ebenso wenig als die Drüsenbläschen selbst. Der Saft der *Submaxillaris* enthält dagegen bei Thieren Schleim und ist fadenziehend, ebenso ist auch ein wässeriger Auszug der Drüse selbst nach *Bernard* schleimig; beim Menschen trifft man im geöffneten *Ductus Whartonianus* gewöhnlich eine Art Schleim in geringer Menge, der jedoch vorzüglich aus Cylinderepithel und zersetzten Epithelzellen der Drüsenbläschen besteht, und nur in Minimo eine in Essigsäure gerinnende Substanz enthält, die vielleicht Schleim ist. Der frische Saft des Menschen, den *Eckhard* durch ein in den Gang eingesetztes Röhrchen erhielt, war dünnflüssig, wurde aber beim Stehen zäher. In den Drüsenbläschen dagegen zeigt sich beim Ausquetschen derselben in der Regel ziemlich viel in Essigsäure fadig gerinnender Schleim, ebenso in den Epithelzellen derselben. Noch mehr Schleim enthalten die Bläschen der eigentlichen *Sublingualis*, ebenso zeigt der *Ductus Bartholinianus* solchen gewöhnlich deutlich, und was die *Rivini*'schen Gänge betrifft, so sind dieselben beim Menschen und bei Thieren mit demselben gelblichen, zähen, durch Essigsäure schön fadig gerinnenden, formlosen Schleime gefüllt, den man auch in den Gängen der kleinen Schleimdrüschen findet, während die Drüsenbläschen selbst ebenfalls den schönsten Schleim enthalten. — Diesem zufolge schliessen sich die Speicheldrüsen, mit Ausnahme der *Parotis*, sehr an die Schleimdrüsen der Mundhöhle an, und ist auf jeden Fall eine scharfe Trennung dieser verschiedenen Drüsen nichts weniger als gerechtfertigt.

Nach *Henle* (*Splanchn.*) sollen die Drüsenbläschen der *Parotis* ganz von einer feinkörnigen Substanz erfüllt sein, welche Zellenkerne enthält und mitunter in zellenartige Klümpchen, jedoch ohne Hülle, sich scheiden. Ich habe in keiner Speicheldrüse deutlichere *Lumina* der Bläschen und ein deutlicheres aus Zellen bestehendes Epithel gefunden, als gerade in der *Parotis*, freilich nicht an in Chromsäure erweichten Organen, wie sie *Henle* abbildet.

Es ist hier der Ort, etwas von den Speichel- oder Schleimkörperchen der Autoren zu bemerken, rundlichen Zellen von 0,005''' Grösse, mit einem oder mehreren Kernen, welche so zu sagen immer, jedoch in sehr verschiedener Menge, in der Mundflüssigkeit sich finden und von den meisten Forschern aus den Schleim- oder Speicheldrüsen abgeleitet werden, was jedoch aus dem Grunde von mir bezweifelt wurde, weil eine Untersuchung der beiderlei Drüsen und ihrer Ausführungsgänge mir nie geformte Bestandtheile in denselben zeigte. Nun behauptet aber *Donders* neulich, dass, wenn man nach rein ausgespültem Munde am Boden der Mundhöhle sauge oder denselben mit der Zungenspitze drücke, man Tropfen gewinne, welche sehr reich an Speichelkörperchen seien, so dass es mithin scheint, dass dieselben doch aus den hier befindlichen Drüsen stammen. Hierdurch wird jedoch immer noch nicht bewiesen, dass dieselben nicht auch in der Mundhöhle vom Epithel aus, d. h. nach Ablösung der oberflächlichen Schichten sich bilden können, und ist auch ihr beständiges Vorkommen in den besagten Drüsen noch nicht dargethan.

Zur Untersuchung der Mundhöhlenschleimhaut sind vorzüglich senkrechte, an frischen oder in *Alcohol absolutus* erhärteten oder getrockneten Stücken gemachte Schnitte nöthig, an denen Papillen und Epithel sehr deutlich sind und durch ein sehr verdünntes kaustisches Natron noch klarer werden, wobei auch die tiefsten senkrechten Epithelzellen leicht zur Anschauung kommen. An in Wasser erweichten Stücken erforscht man die Papillen, oder, wenn man nur Lage und Form derselben kennen lernen will, an mit kaustischem Kali behandelten senkrechten oder Flächenschnitten, an denen das Epithel durch das Reagens sich löst. Ebenso verfährt man bei den Zungenpapillen, deren Epithel übrigens häufig, namentlich bei den *Filiformes*, nicht mehr ganz getroffen wird. Die Nerven aller dieser Theile sieht man, so weit sie dunkelrandig sind, durch verdünntes kaustisches Natron noch am besten, doch dient manchmal auch Essigsäure. Die blassen Enden der Nerven in der Mundschleimhaut der Amphibien sieht man am besten durch meine sehr verdünnte Essigsäurelösung (siehe S. 217). Die Zungenmuskulatur ist durch feine Präparation zu erforschen und gelangt man durch dieses Mittel schon sehr weit, namentlich an lange in Spiritus gelegenen, halb erweichten Zungen. Frische Zungen sind auch verwendbar, doch lange nicht so gut, und ist es meist nöthig, dieselben so lange zu kochen, bis sie ganz weich sind. Um Schnitte für das Mikroskop zu gewinnen, kann man die Zunge trocknen oder in starkem Alkohol erhärten oder hart kochen. In allen drei Fällen ist das Natron sehr dienlich zur Aufhellung, obschon dasselbe die Muskelfasern allerdings etwas angreift. Zu empfehlen sind senkrechte Längs- und Querschnitte in verschiedenen Richtungen, namentlich auch durch die Drüsenregion. Sehr zierliche Bilder geben feine Schnitte durch in Chromsäure erhärtete Zungen von älteren und jüngeren Embryonen Von den Drüsen ist das Wichtigste bereits angegeben.

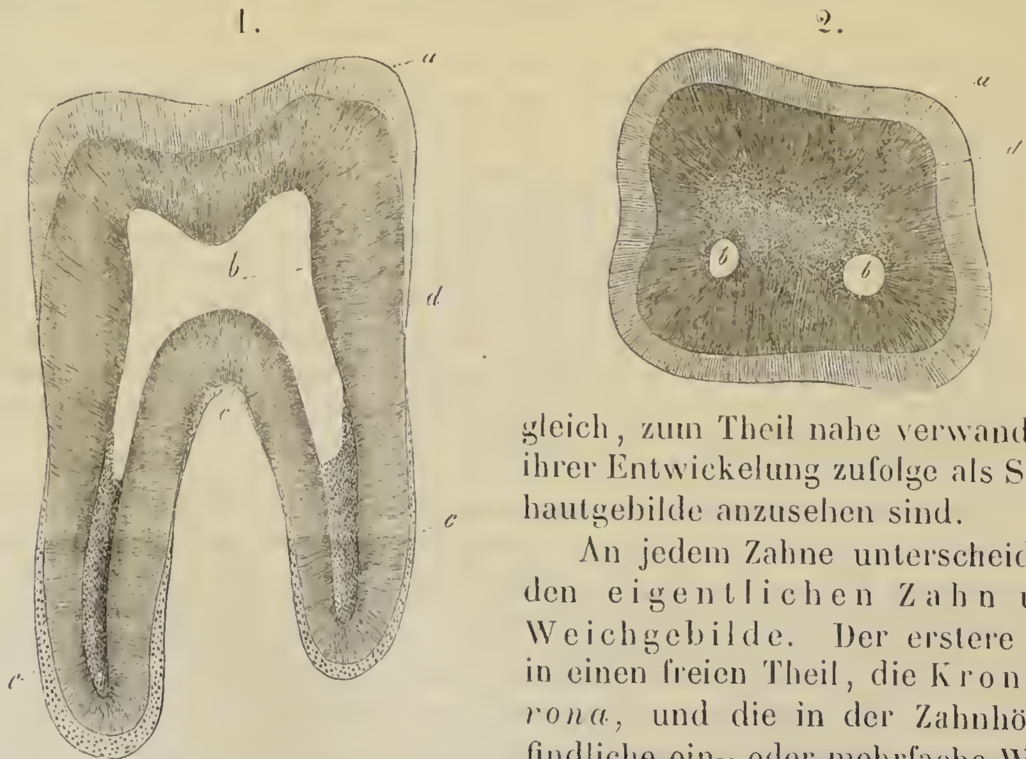
Literatur. *W. Bowman*, Art.: *Mucous membrane* in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy*, Apr. 1852; *E. H. Weber*, Ueber die Schleimbälge und zusammengesetzten Drüsen der Zunge und über den Bau der *Parotis*, in *Meckel's* Arch. 1827, S. 276 u. 280; *A. Sebastian*, *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur les glandes labiales*, *Groningue* 1842; *Huxley*, *On the tonsillar follicles* in *Micr. Journ.* Vol. II, p. 74; *A. v. Szontágh*, Beitr. z. f. Anat. d. weichen Gaumens in Sitzungsber. d. Wien. Akad. März 1856; *Gauster*, Unters. üb. d. Balgdrüsen d. Zungenwurzel, Wien 1857; *Donders*, *Bijdrage tot de Kennis van den bouw der Org. voor spijsvertering* etc., in *Ned. Lanc.* 1853. Oct. Nov. p. 295; *over de soogenoemde Speekselbolletjes* in *Ned. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 240; *Bernard*, *Rech. sur la struct. des gland. saliv.* in *Mém. de la soc. d. Biol.* Tom. IV; *R. Mayer*, Anat. Notizen in d. Freiburg. Berichten. No. 13. 1859. (Speicheldrüsen); *Sachs*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln, in *Müll.* Arch. 1859. S. 196, mit Zusatz v. *Reichert*; *G. Eckard*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Tonsillen, in *Virch.* Arch.

Bd. XVII. S. 171; *A. Böttcher*, Einiges zur Verständigung in Betreff der Balgdrüsen in der Zungenwurzel, in *Virch.* Arch. Bd. XVIII. S. 190; *Billroth*, in *Virch.* Arch. XVIII. S. 94 und in Beitr. z. path. Histol. 1858. S. 131; *Asverus, De tonsillis, Diss.* Jena 1859; *Hente*, im Jahresbericht 1856 u. 1859; *C. J. Baur*, Ueber den Bau der Zunge, in *Meckel's* Arch. 1822. S. 350; *P. N. Gerdy, De la structure de la langue*, in *Recherches d'anatomie, de physiologie et de pathologie*, Paris 1823; *P. F. Blandin, Sur la structure de la langue*, in *Archiv. génér. de médecine* 1828; *J. Zaglas, On the muscular structure of the tongue of man and certain of mammalia*, in *Annals of Anatomy and Physiologie ed. by J. Goodsir* 1850, I. p. 1; *H. Hyde Salter*, Art.: *Tongue*, in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, IV. Jun. and Sept.* 1850; *C. B. Brühl*, Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere, in: Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850. S. 1—6; *Sappey*, Ueber die Lymphgefässe der Zunge, in *Compt. rend.* 1847. p. 26 und Fror. Not. 1848. VI. S. 88; *Waller*, in den *Philosophical transactions* 18; *H. Sachs, Obs. de linguae struct. penit. Diss.* Vratisl. 1856; *C. Fixsen, De linguae raninae textura. Diss.* Dorp. 1857; *S. Stricker*, Unters. üb. d. Papillen in der Mundhöhle von Froschlarven, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Oct. 1857; *Th. Billroth*, Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge, in Deutsche Klinik. 1857. No. 21 und in *Müll.* Arch. 1858. S. 159; *Hoyer*, Mikr. Unters. üb. d. Zunge d. Frosches, in *Müll.* Arch. 1859. S. 501; *Axel Key*, Ueber d. Endigungen d. Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches, in *Müll.* Arch. 1861. S. 329. — Ausserdem vergleiche man die anatomischen Werke von *E. H. Weber, Valentin* (im Handw. d. Phys.), *Todd-Bowman, Henle, Arnold, Huschke, Krause, Sappey* und mir, die Abbildungen von *Berres, Arnold, Langenbeck, Ecker, Beau* und *Bonamy*.

D. Von den Zähnen.

§. 142.

Die Zähne, *Dentes*, sind harte, in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingefügte Organe, die, obschon in ihrem Baue den Knochen zum Theil ganz



gleich, zum Theil nahe verwandt, doch ihrer Entwickelung zufolge als Schleimhautgebilde anzusehen sind.

An jedem Zahne unterscheidet man den eigentlichen Zahn und die Weichgebilde. Der erstere zerfällt in einen freien Theil, die Krone, *Corona*, und die in der Zahnhöhle befindliche ein- oder mehrfache Wurzel, *Radix*, über deren verschiedene For-

Fig. 210. Backzahn des Menschen, etwa 5mal vergr. 1. Der Länge, 2. der Quere nach durchschnitten, *a*. Schmelz, *b*. Pulpahöhle, *c*. Cement, *d*. Elfenbein mit den Zahnkanälchen.

men die Handbücher der Anatomie zu befragen sind, und enthält im Innern eine kleine Höhle, die Zahnhöhle, *Cavum dentis*, die, röhrenartig verlängert, *Canalis dentalis*, auch in die Wurzeln sich erstreckt und an der Spitze einer jeden mit einer einfachen, selten doppelten (*Havers, Raschkow*) feinen Oeffnung ausgeht. Zu den Weichtheilen gehört einmal das Zahnfleisch, *Gingiva*, eine härtliche, von der Schleimhaut und dem Kieferperioste zugleich gebildete Masse, die die untere Hälfte der Krone oder den Hals des Zahnes, *Collum*, umgibt, zweitens das Periost der Zahnhöhle, das den Zahn sehr fest mit der Alveole verbindet, endlich der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, eine weiche, gefäss- und nervenreiche Masse, die die Zahnhöhle erfüllt und durch die Oeffnung an der Wurzel mit dem erwähnten Perioste zusammenhängt.

Der eigentliche Zahn (Fig. 210) besteht aus drei verschiedenen Geweben: 1) dem Zahnbeine, welches die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im Allgemeinen dessen Form bestimmt, 2) dem Schmelze, der einen ziemlich dicken Ueberzug an der Krone bildet, und 3) dem Cemente, das die Wurzel äusserlich überzieht.

§. 143.

Das Zahnbein oder Elfenbein, *Substantia eburnea, Ebur, Dentine* der Engländer (Fig. 210. *d.*), ist gelblichweiss, auf dünnen Schnitten eines frischen Zahnes durchscheinend bis durchsichtig, getrocknet durch Luftaufnahme in besondere Röhren weiss, mit Atlas- oder Seidenglanz. An Härte und Sprödigkeit übertrifft dasselbe die Knochen bedeutend und ebenso das Cement, steht jedoch wiederum dem Schmelze nach. Dasselbe begrenzt mit Ausnahme einer ganz kleinen Stelle an der Wurzel, das *Cavum dentis* ganz allein, und liegt an einem unversehrten, nicht abgeschliffenen Zahne nirgends zu Tage, indem es auch am Halse desselben, wenn auch nur von dünnen Lagen von Schmelz und da, wo derselbe aufhört, von Cement überzogen ist.

Das Zahnbein besteht aus einer Grundsubstanz und vielen in derselben verlaufenden Röhrchen, den Zahnröhrchen oder Zahnkanälchen, *Canaliculi dentium*. Die erstere ist an frischen Zähnen auch in den feinsten Schliffen ganz gleichartig, ohne Spur einer Zusammensetzung aus Zellen, Fasern oder andern Elementen. Nach dem Ausziehen der Kalksalze des Zahnbeines zeigt dieselbe dagegen eine grosse Geneigtheit, in der Richtung der Zahnröhrchen in gröbere Fasern zu zerreissen, von denen dann auch feine Fasern von 0,002—0,003''' Breite sich abtrennen lassen, welche jedoch schon durch ihre unregelmässige Gestalt als Kunsterzeugnisse sich kundgeben und in der That ihre Entstehung einzig dem Umstande verdanken, dass die Zahnröhrchen alle dicht beisammen und einander gleich durch das Elfenbein verlaufen. Die Grundsubstanz ist in allen Theilen des Elfenbeines, jedoch nicht überall in gleicher Menge vorhanden. Im Allgemeinen ist sie in der Krone spärlicher als in der Wurzel und gegen die Zahnhöhle zu in geringerer Menge vorhanden, als in den äusseren an Schmelz und Cement grenzenden Theilen.

Die Zahnkanälchen (Fig. 211, 212) sind mikroskopische, 0,0006—

$0{,}001'''$, an der Wurzel zum Theil bis $0{,}002'''$ weite Röhrchen, welche mit freien Mündungen an der Wand der Zahnhöhle beginnen und durch die ganze Dicke des Zahnbeines bis an den Schmelz und das Cement verlaufen. Diese Kanälchen besitzen ebensowenig eine besondere Wand als die Knochenhöhlen, denen sie entsprechen, doch entsteht an Querschnitten derselben der Anschein einer solchen dadurch, dass ihre Begrenzung eine sehr scharfe ist und die Kanälchen nie gerade verlaufen. So decken sich die Begrenzungslinien derselben in verschiedenen Höhen nicht und zeigen sich oft scheinbar sehr dicke Wände (Fig. 211). An Längsansichten sieht man von diesen dicken Begrenzungen nichts und erscheinen die Kanälchen nur wie in der Grundsubstanz ausgegrabene Lücken. Im Leben enthalten die Kanälchen einen hellen, weichen, aber zähen Inhalt, die Z a h n f a s e r n, wie ich sie nenne, und sind daher an frischen Stücken nicht so leicht zu sehen; anders in trocknen Schliffen, an denen die Zahnfasern eintrocknen und die Röhrchen mit Luft sich füllen, und einzeln bei durchscheinendem Lichte als schwarze Linien, bei Beleuchtung von oben als silberglänzende Fäden sich kund geben. Der ungemein grossen Zahl der Kanälchen wegen, die an vielen Orten so bedeutend ist, dass dieselben mit ihren Wänden sich fast berühren, erscheinen auch trockene Schliffe milchweiss und sind, wenn sie nicht ganz dünn sind, für die mikroskopische Untersuchung unbrauchbar, ausser wenn durch Zusatz einer beliebigen hellen, nicht zähen Flüssigkeit die Luft aus den Kanälchen vertrieben wird.

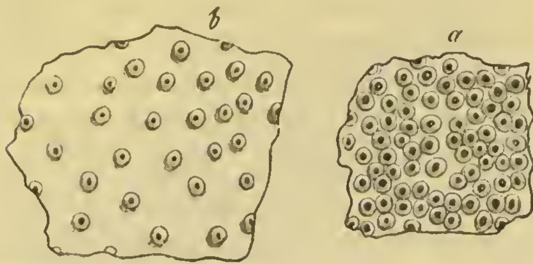


Fig. 211.

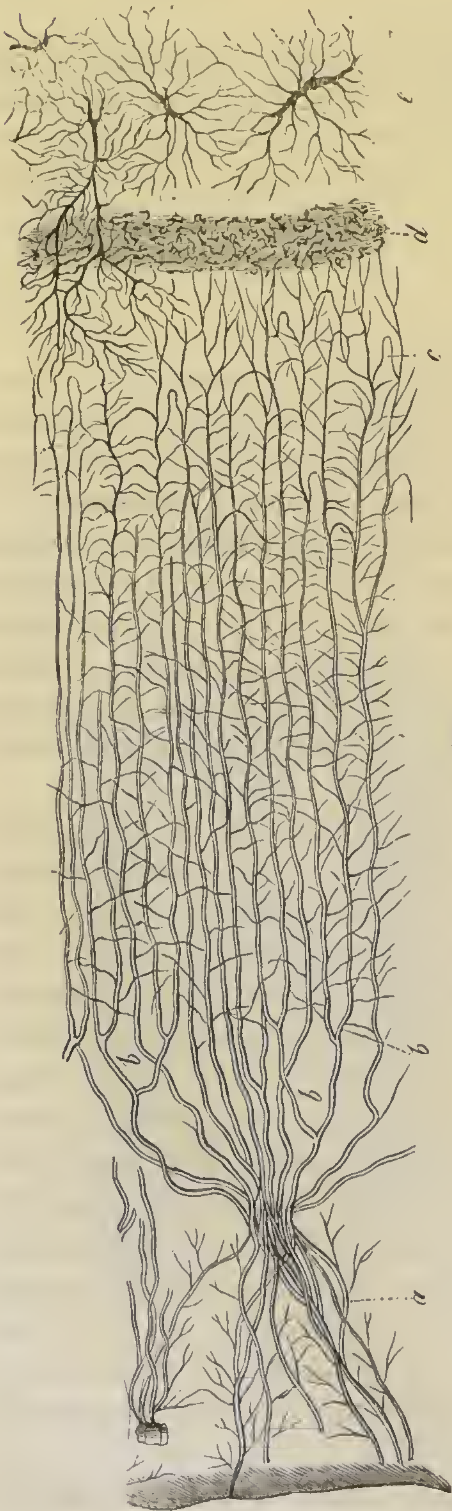


Fig. 212.

Fig. 211. Querschnitt von Zahnkanälchen, so wie man sie gewöhnlich sieht, 450mal vergr. Vom Menschen. *a.* Kanälchen sehr dicht stehend, *b.* dünner.

Fig. 212. Zahnkanälchen der Wurzel, 350mal vergr. *a.* Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren, *b.* Theilungen derselben, *c.* Endigungen mit Schlingen, *d.* körnige Schicht, bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines, *e.* Knochenhöhlen, eine mit Zahnkanälchen sich verbindend. Vom Menschen.

Der Verlauf der Zahnkanälchen zeigt gewisse bestimmte Verhältnisse, die am besten aus den Figg. 212 und 214 sich entnehmen lassen, und ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig, genauer bezeichnet schraubenförmig *(Welcker)*; ausserdem zeigen dieselben auch noch zahlreiche Verästelungen und Verbindungen. Ein jedes Kanälchen beschreibt in der Regel 2 oder 3 grosse Ausbiegungen und eine sehr grosse Zahl (bis auf 200 auf 1''' *Retzius*) kleine Krümmungen, die bald stärker, bald schwächer ausgesprochen sind und nach *Welcker* fast durchgehends Schraubenwindungen darstellen. Die Verästelungen der Kanälchen (Fig. 212. 213) zeigen sich einmal als Theilungen und dann als wirkliche Abzweigungen. Die ersten finden sich sehr häufig nahe am Ursprunge der Röhrchen aus der Zahnhöhle und sind fast immer Zweitheilungen, so dass ein Kanälchen unter einem spitzen Winkel in zwei demselben an Breite fast gleichkommende zerfällt. Diese Theilungen können sich im Ganzen 2 bis 5 Male, ja noch öfter wiederholen, so dass schliesslich aus einem einzigen Kanälchen 4, 8, 16 und noch mehr hervorgehen. Die nach diesen Theilungen schon engeren Kanälchen laufen dann einander ziemlich gleich und nahe beisammen gegen die Oberfläche des Zahnbeines hin, und bieten mit Ausnahme der Wurzeln erst in der äussern Hälfte oder im äussern Drittheile wieder Verästelungen dar, die an der Wurzel mehr als feine von den Hauptröhrchen abgehende Zweige, an der Krone als gabelige Theilungen ihrer Enden erscheinen. Im letztern Falle sind dieselben meist spärlich, anders im ersten, wo die meist dicht beisammenstehenden und unter rechten oder spitzen Winkeln von den Kanälchen abtretenden Aeste denselben bald das Bild einer Feder, bald eines Pinsels geben, letzteres namentlich dann, wenn die Zweige länger sind und noch weiter sich verästeln. Je nach der Zahl der Verästelungen sind die Enden der Zahnröhrchen mehr oder weniger fein, häufig so sehr, dass sie nur noch als feinste, blasse Linien, wie Bindegewebsfibrillen, erscheinen und schliesslich dem Blicke sich entziehen. Wo dieselben deutlich sind, verlieren sie sich an der Oberfläche des Zahnbeins zum Theil in einer später zu beschreibenden körnigen Schicht, oder sie gehen in die innersten Theile des Schmelzes oder Cementes hinein, oder endlich sie hängen noch im Zahnbeine zu zweien schlingenförmig zusammen (Endschlingen der Zahnkanälchen). Die Zweige der Hauptkanälchen sind fast immer sehr fein, meist einfach, auch wohl verästelt und dienen, wie sich am schönsten an der Wurzel nachweisen lässt, wo dieselben ungemein zahlreich sind, um benachbarte oder auch entfernter stehende Kanälchen zu verbinden, welche Verbindungen entweder als einfache Querbrücken oder als in der Ebene der Längsaxen der Kanälchen liegende Schlingen auftreten. An der Oberfläche des Zahnbeines verhalten sich die letzten Ausläufer dieser Seitenzweige wie die gabelförmigen oder einfachen Enden der Hauptkanälchen, und enden entweder im Zahnbeine frei oder mit Schlingen, oder gehen über dasselbe hinaus.

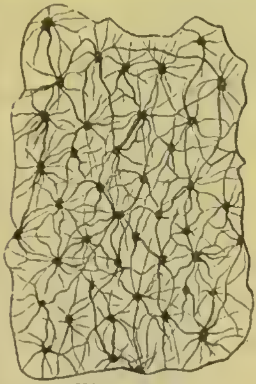

Fig. 213.

Fig. 213. Querschnitt durch die Zahnkanälchen der Wurzel *a*, um ihre ungemein zahlreichen Verbindungen zu zeigen, 350mal vergr. Vom Menschen.

In frischen Zähnen fand *Pepys* 28 Knorpel-, 62 unorganische Substanz, 10 Wasser und Verlust, und nach *Tomes* verlieren Zähne nach Entfernung der Pulpa beim Trocknen $\frac{1}{9}$—$\frac{1}{17}$ an Gewicht, welcher Verlust wohl einzig und allein auf Rechnung der in den Zahnröhrchen enthaltenen weichen Zahnfasern kommt. Die organische Grundlage der Zähne, die bei Behandlung derselben mit Salzsäure leicht erhalten werden kann, ist derjenigen der Knochen nahe verwandt und verwandelt sich beim Kochen leicht in Leim, doch gibt nach *Hoppe* (l. c.) der innere Theil des Zahnbeines des Schweines beim Kochen nur wenig Glutin, und bleiben namentlich die Zahnbeinkugeln (s. unten) ungelöst. Dieser sogenannte Zahnknorpel behält zugleich ganz die Form des Zahnbeins, und abgesehen davon, dass die Röhrchen schwer zu sehen sind, auch seinen innern Bau. Erweicht man denselben in Säuren oder Alkalien, bis er ganz weich wird, so findet man die Grundsubstanz in Auflösung begriffen, dagegen bleibt der Inhalt der Zahnröhrchen erhalten und lässt sich leicht in Gestalt langer, nach Art der Zahnröhrchen verästelter Fasern, den Zahnfasern, in Menge darstellen (s. m. Mikr. Anat. II. 2. S. 61. Fig. 189). Bei noch längerer Einwirkung der genannten Mittel löst sich jedoch Alles auf. Eben so stellen sich die Zahnfasern auch einzeln dar nach lange fortgesetztem Kochen des Zahnknorpels (*Hoppe*). Glüht man Zähne, so bleiben die anorganischen Theile ebenfalls in der Form des Zahnes zurück, ebenso wenn man dieselben mit kaustischen Alkalien behandelt. Mithin ist beim Zahnbeine wie beim Knochen, mit dem dasselbe in seiner chemischen Zusammensetzung so sehr übereinstimmt, eine innige Mengung der anorganischen und organischen Theile vorhanden.

Mit andern Histiologen schrieb ich früher den Zahnröhrchen besondere zarte Wandungen zu, auch glaubte ich, dass die faserähnlichen Gebilde, die, wie ich vor Jahren zeigte, durch Säuren und Alkalien aus dem Zahnbeine sich darstellen lassen, die Zahnröhrchen seien, von denen ich annahm, dass ihre Wandungen verkalkt seien. In neuester Zeit habe ich mich jedoch überzeugt (N. Unt. üb. d. Entw. d. Bindegew. S. 27), dass die Zahnröhrchen keine besonderen Wandungen haben, sondern nichts als Lücken in der Grundsubstanz sind. Die von mir früher sogenannten isolirbaren Zahnkanälchen sind somit Gebilde, die im Innern der Zahnröhrchen liegen, mit andern Worten weiche Fasern, die wie die Entwicklungsgeschichte lehrt (siehe unten), als Fortsätze der Bildungszellen des Elfenbeines auftreten. Diese Zahnfasern, wie ich sie jetzt nenne, sind eins mit den von *Tomes* beschriebenen weichen Fasern im Elfenbeine, die derselbe geneigt ist, Nervenröhrchen zu vergleichen und sie zur Sensibilität des Elfenbeines in Beziehung zu bringen. So auffallend auch diese Vermuthung sein mag, so verdient sie doch gewiss alle Beachtung, und verweise ich einerseits darauf, dass nach *Tomes*', eines ausgezeichneten Beobachters, Erfahrungen das Zahnbein eine grosse Sensibilität besitzt, die an seiner Oberfläche selbst grösser ist als in der Tiefe, anderseits auf die zahlreichen neuern Erfahrungen über den Zusammenhang von zelligen Elementen mit Nervenenden, die es nicht als unmöglich erscheinen lassen, dass die an der Oberfläche der *Pulpa* befindlichen und mit den Zahnfasern verbundenen Elfenbeinzellen (siehe unten) mit den Nervenenden der *Pulpa* in irgend einer Verbindung stehen.

Das Zahnbein zeigt nicht selten Andeutungen einer Schichtung, die an Längsschnitten in Gestalt von bogenförmigen, den Umrissen der Krone mehr oder weniger gleich laufenden, verschieden dicht, oft ganz nahe beisammenstehenden Linien (Fig. 214), an Querschnitten als Ringe erscheinen und besonders in der Krone deutlich sind. Diese, von *Owen* sogenannten Contourlinien, sind von den von *Schreger* bemerkten, der Pulpahöhle genau gleich laufenden, schillernden, undeutlich begrenzten Streifen,

die von den Hauptbiegungen der Zahnröhrchen herrühren, verschieden, und der Ausdruck der schichtenweisen Ablagerung des Zahnbeines. Bei Thieren sind dieselben mitunter ausnehmend schön, namentlich bei Cetaceen und Pachydermen (*Zeuglodon*, Dugong, Elephant), auch beim Wallrosse, und hier beobachtet man dann auch sehr häufig an fossilen Zähnen ein Zerfallen des Elfenbeins in Lamellen (*Owen*), wovon auch Andeutungen beim Menschen an frischen Zähnen und beim Zahnknorpel sich finden.

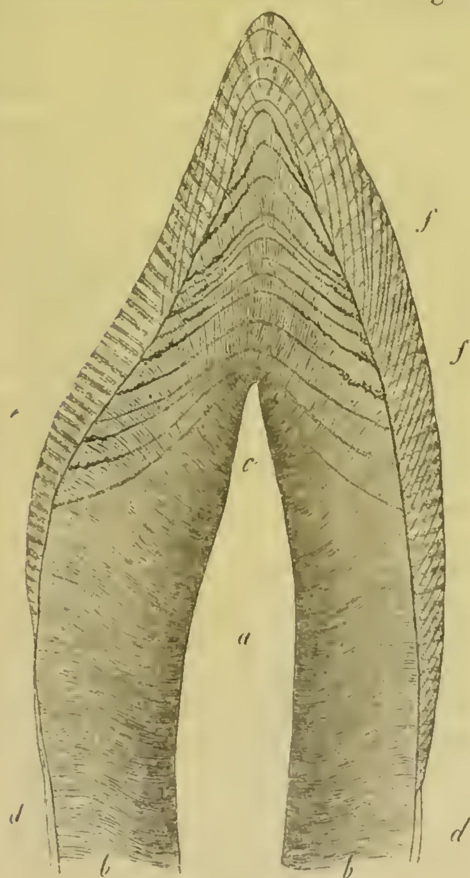


Fig. 214

An der Krone gehen die Zahnkanälchen nicht selten etwas in den Schmelz hinein, was wie *Tomes* gezeigt hat, wie gewissen Thieren (*Rodentia*, *Marsupialia*) in ausgezeichnetem Grade sich findet, und erweitern sich hie und da zu grösseren Höhlungen (Fig. 218), die wohl mehr als pathologische anzusehen sind. Ebenfalls nicht ganz gesetzmässige Bildungen sind die Interglobularräume im Zahnbeine selbst (Fig. 215). Mit diesem Namen bezeichnet *Czermák* sehr unregelmässige, von kugeligen Vorsprüngen des Zahnbeins begrenzte Höhlungen, die so zu sagen in keinem Zahne ganz fehlen. In der Krone zeigen sich dieselben am häufigsten in der Nähe des Schmelzes und bilden oft eine längs der ganzen innern Schmelzfläche sich erstreckende, dünne gebogene Lage, die, genauer angesehen, aus vielen, die Enden der Contourlinien einnehmenden dünnen Lagen besteht (Fig. 214), doch kommen sie auch weiter einwärts vor, jedoch immer (auf Längsschliffen) in Linien, welche den Contourlinien entsprechen. Die Räume selbst sind hier bald sehr ausgedehnt und viele Zahnkanälchen durchsetzend oder in ihrem Laufe unterbrechend, bald ganz klein, so dass nur einige wenige Röhrchen von ihnen getroffen werden. Im ersteren Falle ergeben sich die Begrenzungen derselben deutlich als kugelige Hervorragungen von 0,002 — 0,012''' und darüber, die ganz von demselben Ansehen wie das Zahnbein und auch von Zahnkanälchen durchbohrt, offenbar nichts als Theile derselben sind, während im letzteren solche »Zahnbeinkugeln«, wie ich sie nennen will, nicht immer deutlich sind. Namentlich gilt diess von den kleinsten Räumen, die ihrer zackigen Gestalt und der auch mit ihnen in Verbindung stehenden Zahnröhrchen wegen für Knochenkörperchen im Zahnbeine gehalten werden könnten und auch schon so aufgefasst wurden, doch gelingt es auch bei diesen, wenigstens in der Krone, fast immer ihre Uebereinstimmung mit den grösseren Räumen zu erkennen. Schwieriger ist diess an der

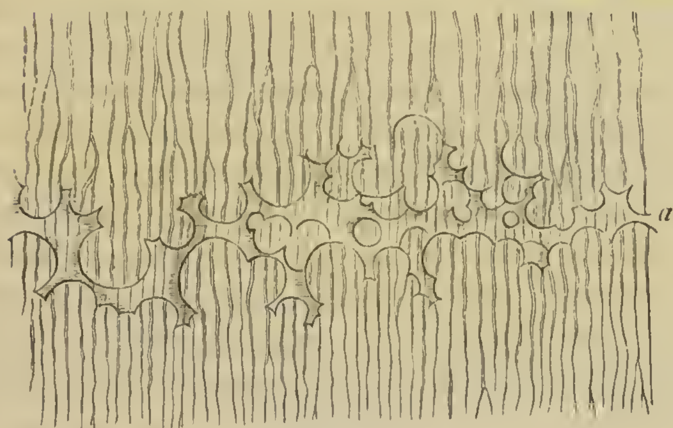


Fig. 215.

Fig. 214. Spitze eines Schneidezahnes im senkrechten Durchschnitte, 7mal vergr. *a.* Pulpahöhle, *b.* Elfenbein, *c.* bogenförmige Contourlinien mit Interglobularräumen, *d.* Cement, *e.* Schmelz mit Andeutung des Verlaufes der Fasern in verschiedenen Richtungen, *ff.* Farblinien des Schmelzes. Vom Menschen.

Fig. 215. Ein Stückchen Zahnbein mit Zahnbeinkugeln und lufterfüllten Räumen (Interglobularräumen) zwischen denselben, 350mal vergr.

Wurzel, wo kleinere Interglobularräume und Kugeln eine körnige Schicht (*granular layer*, *Tomes*) bilden, die oft wie eine Lage kleiner Knochenhöhlen oder einfacher Körner aussieht. Wirkliche Knochenhöhlen habe ich in normalem Zahnbeine nur selten und immer nur an der Cementgrenze gesehen (Fig. 212), dagegen kommen Interglobularräume und Zahnbeinkugeln auch im Innern des Zahnbeines der Wurzel und besonders schön an den Wänden der Zahnhöhle vor, an welch letzterem Orte die Kugeln oft schon von blossem Auge sichtbare Unebenheiten, ja selbst tropfsteinartige Bildungen erzeugen. Die Interglobularräume, die beim sich bildenden Zahne normal sind, enthalten im Leben keine Flüssigkeit, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, sondern eine weiche, mit dem Zahnknorpel übereinstimmende und ganz wie Zahnbein gebildete Substanz mit Röhrchen, die auffallender Weise bei langer Erweichung in Salzsäure mehr Widerstand leistet, als die Grundsubstanz des wirklich verknöcherten Zahnes, und deswegen gerade wie die Zahnfasern sich vollständig für sich darstellen lässt. An Schliffen trocknet diese »Interglobularsubstanz« meist so ein, dass ein *Cavum* entsteht, welches Luft aufnimmt, und eigentlich kann nur an solchen von Interglobularräumen die Rede sein. Manche Zähne zeigen zwar keine Interglobularsubstanz, wohl aber noch theilweise die Umrisse von Zahnbeinkugeln in Form zarter bogenförmiger Linien (*Owen's dentinal cells*).

Ein Zahnbein mit *Havers*'schen Kanälen, sogenannte *Vasodentine Owen*, wie es bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen sehr selten, und ist mir nur ein von *Tomes* beobachteter Fall bekannt (l. c. p. 225), in welchem die Gefässkanäle zahlreicher waren, dagegen sieht man hie und da im Zahnbeine, das bei Verwachsung der Pulpahöhle sich bildet, neben mehr unregelmässigen Zahnröhrchen einzelne *Havers*'sche Kanäle und rundliche Höhlungen, die wie Knochenkörperchen sich ausnehmen, sogenannte *Osteodentine Owen*.

§. 144.

Der Schmelz, *Substantia vitrea*, das Email, überzieht als eine zusammenhängende Schicht die Krone des Zahnes, ist an der Kaufläche und in der Nähe derselben am mächtigsten, und nimmt gegen die Wurzel immer mehr ab, bis er schliesslich und zwar an den einander zugewendeten Flächen der Kronen früher, später an den inneren und äusseren Seiten derselben mit einem bald scharfen, bald leicht zackigen Rande ganz dünn ausläuft. Die äussere Fläche des Schmelzes erscheint glatt, besitzt jedoch fast immer zarte, dicht beisammenstehende Querleistchen, neben denen auch stärker ausgeprägte ringförmige Wülste vorkommen können. Ein zartes, von *Nasmyth* entdecktes Häutchen, das ich Schmelzoberhäutchen nennen will, deckt denselben ganz zu, ist jedoch zo innig mit ihm verbunden, dass es nur durch Anwendung von Salzsäure nachzuweisen ist. Eine ähnliche Haut soll nach *Berzelius* und *Retzius* zwischen der innern meist unebenen Oberfläche des Schmelzes und dem Zahnbeine sich befinden, konnte jedoch von mir nicht gefunden werden. Der Schmelz ist bläulich, auf dünnen Schliffen durchscheinend, viel spröder und härter als die andern Substanzen des Zahnes, so dass er vom Messer kaum angegriffen wird und mit dem Stahle Funken gibt (*Nasmyth*). In chemischer Beziehung kann derselbe einer Knochensubstanz mit einer geringen Menge von organischer Substanz verglichen werden, die jedoch nach *Hoppe* nicht zum leimgebenden Gewebe gehört, vielmehr mit der Substanz der Epithelien übereinstimmt.

Der Schmelz besteht, wie schon sein faseriger Bruch andeutet, durch und durch aus den sogenannten Schmelzfasern oder Schmelzprismen (Fig. 216), meist 5 oder 6eckigen, jedoch nicht ganz regelmässigen, langen,

0,0015—0,0022‴ breiten Prismen, die im Allgemeinen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich erstrecken und mit einer Endfläche auf dem Zahnbeine, mit der andern an der Umhüllungshaut des Schmelzes ruhen. An Zähnen von Erwachsenen sind diese Elemente in der Quer- und Längsansicht sehr leicht zu sehen, dagegen kaum in grösserer Länge darzustellen, anders an jungen oder in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch viel weicher ist und mit dem Messer sich schneiden lässt. An solchen Prismen, deren Bruchenden zufällig zugespitzt sein können, daher man sie auch Schmelznadeln nannte, erkennt man zum Theil die Flächen und Kanten ganz gut, und ausserdem noch sehr häufig, namentlich nach Zusatz von etwas verdünnter Salzsäure, in Abständen von 0,0014—0,002‴ aufeinanderfolgende, mehr oder weniger deutliche, von leichten Anschwellungen herrührende Querstreifen, die den Fasern eine gewisse Aehnlichkeit mit Muskelfasern oder noch besser mit aussergewöhnlich dicken Muskelfibrillen geben, und auf keinen Fall der Ausdruck der Zusammensetzung derselben aus Zellen sind. Lässt man die Salzsäure mehr einwirken, so werden die Fasern bald ganz blass, die Querstreifung geht verloren und es bleibt nichts als ein zartes Gerüste der früheren Fasern übrig, in dem man oft deutlich Röhren zu erkennen glaubt. Schliesslich zerfallen auch diese durch die Einwirkung der Säure fast ganz, woher es kommt, dass an mit Salzsäure behandelten Zähnen vom Schmelze fast nichts übrig bleibt, und derselbe nicht wie das Zahnfleisch seine Form erhält.

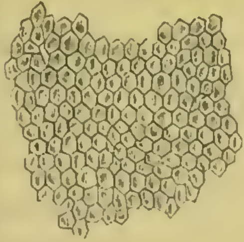


Fig. 216.

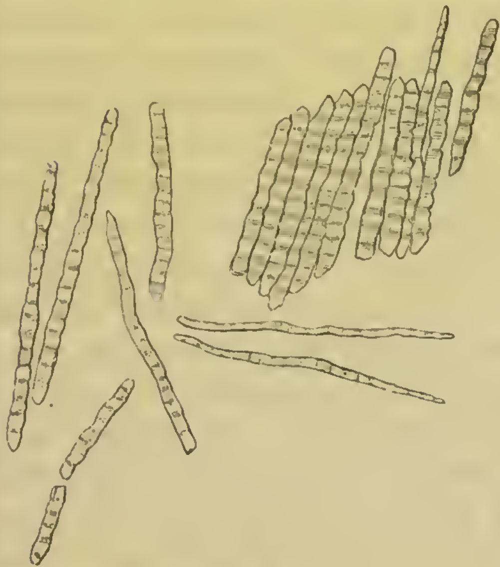


Fig. 217.

Die **Zusammenfügung** der Schmelzfasern geschieht ohne eine sichtbare Zwischensubstanz und ist eine sehr innige. Davon, dass zwischen den Schmelzfasern regelrecht Kanälchen sich finden, habe ich mich noch nicht überzeugen können, doch gibt es allerdings nicht selten im Schmelze Höhlungen verschiedener Art. Ich rechne zu denselben 1) die oben erwähnten Fortsetzungen der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein und die durch Erweiterung solcher entstandenen länglichen Höhlungen an der Zahnbeingrenze (Fig. 218. *c*), und 2) spaltenförmige Lücken in den mittleren und äusseren Theilen des Schmelzes (Fig. 218), die mit den vorigen nicht zusammenhängen, in keinem Schmelze ganz fehlen, und oft in überaus grosser Zahl als engere oder weitere, jedoch nie mit Luft gefüllte Spalten vorhanden sind.

Der **Verlauf** der Schmelzfasern ist im Allgemeinen wie bei den Zahnröhrchen der Krone, jedoch sind stärkere Biegungen derselben nur an der

Fig. 216. Oberfläche des Schmelzes mit den Enden der Schmelzfasern, 350mal vergr. Vom Kalbe.

Fig. 217. Bruchstücke von Schmelzfasern nach sehr geringer Einwirkung von Salzsäure isolirt, 350mal vergr. Vom Menschen.

Kaufläche zu finden. Auch scheinen nicht alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich zu erstrecken, obschon diess für die meisten gewiss ist. Eigenthümlich sind auch Kreuzungen der Schmelzprismen, die in den Ebenen der Zahnquerschnitte in der Weise statt haben, dass nicht einzelne Fasern, sondern ganze gürtelförmige Lagen derselben, entsprechend feinen, auch äusserlich sichtbaren ringförmigen Linien, von 0,08—0,12''' Dicke, in ganz verschiedenen, bei jeder Lage ringsherum gleich bleibenden Richtungen vom Zahnbeine bis zur äusseren Oberfläche des Schmelzes ziehen, was senkrechten Schmelzschliffen, namentlich nach Befeuchtung derselben mit Salzsäure, ein eigenthümliches streifiges Ansehen gibt (Fig. 214), indem an solchen abwechselnd dunklere Querschnitte und hellere Längsansichten der Prismen zum Vorschein kommen. Auch an der Kaufläche kommen solche Kreuzungen beständig vor und verlaufen hier die Schmelzlagen im Allgemeinen ringförmig, so dass sie an Backzähnen Kreise, an Schneidezähnen Ellipsen beschreiben, doch scheinen allerdings gegen die Mitte der Kaufläche Unregelmässigkeiten vorzukommen, die sich noch nicht enträthseln liessen. — Nicht zu verwechseln mit den farblosen Streifen, die diese Lagerungsverhältnisse der Schmelzfasern andeuten, sind gewisse bräunliche Linien oder farbige Streifen, die die Richtung der Fasern verschiedentlich kreuzen, und an senkrechten Schnitten als schief aufsteigende Linien oder Bögen (Fig. 214), an Querschnitten als Kreise in den äussern Schmelzlagen oder seltener durch den ganzen Schmelz erscheinen, Linien, die ich als den Ausdruck der schichtenweisen Bildung des Schmelzes betrachte.



Fig. 218.

Das Schmelzoberhäutchen ist eine 0,0004—0,0008''' dicke, an der dem Schmelz zugewendeten Fläche häufig mit kleinen die Enden der Schmelzfasern aufnehmenden Grübchen versehene, verkalkte gleichartige Haut, die durch ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Mittel sich auszeichnet, und so zu einem trefflichen Schutze der Zahnkronen wird. Dieselbe verändert sich beim Erweichen in Wasser nicht und löst sich ebensowenig beim Kochen in Wasser, starker Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, nur wird sie in letzterer gelb. In kohlensauren Alkalien und kaustischem Ammoniak bleibt sie unverändert. Mit kaustischem Kali und Natron gekocht wird sie weiss und etwas aufgelockert, bleibt aber zusammenhängend; nach der Behandlung mit Kali gibt Salzsäure eine Trübung, die bei mehr Salzsäure verschwindet. Das Schmelzoberhäutchen verbrennt unter ammoniakalischem Geruche und gibt eine kalkhaltige schwammige Kohle.

Davon, dass die vom Elfenbeine in den Schmelz eindringenden Kanälchen wirklich Kanälchen mit demselben Inhalte, wie die Zahnröhrchen sind, hat sich *Tomes* mit Be-

Fig. 218. Zahnbein und Schmelz vom Menschen, 350mal vergr. *a.* Schmelzoberhäutchen, *b.* Schmelzfasern mit Spalten zwischen denselben und Querlinien, *c.* grössere Höhlungen im Schmelz, *d.* Elfenbein.

stimmtheit überzeugt und kann man, wie ich aus seinem Munde weiss, dieselben ebenso gut, wie die Fasern des Zahnbeins, für sich darstellen. Bei manchen Säugern sind nach *Tomes* diese Bildungen ausgezeichnet schön entwickelt.

§. 145.

Das **Cement** oder der **Zahnkitt**, *Substantia osteoidea* (Fig. 219), ist eine Rinde ächter Knochensubstanz, die die Zahnwurzeln überzieht und bei mehrwurzeligen Zähnen nicht selten untereinander verkittet. Derselbe beginnt als eine ganz dünne Lage da, wo der Schmelz aufhört, so dass er einfach an denselben angrenzt oder ein wenig über ihn herübergreift, wird im Abwärtssteigen dicker, und erreicht endlich an dem Wurzelende und der Alveolarfläche der Backzähne zwischen den Wurzeln seine grösste Mächtigkeit. Seine innere Fläche verbindet sich beim Menschen ohne eine Zwischensubstanz sehr innig mit dem Zahnbeine, so dass öfter, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, die Grenze beider Substanzen nicht ganz scharf ist. Die äussere Seite wird vom Perioste der Alveolen sehr genau, vom Zahnfleische minder fest umgeben und ist, nach Ablösung dieser Weichtheile, meist uneben, oft ringförmig gestreift. Das Cement ist die mindestharte der drei Zahngewebe und chemisch den Knochen fast gleich.

Durch Säuren werden dem Cemente die Erdsalze leicht entzogen und es bleibt ein weisser Knorpel zurück, der leicht vom Zahnbeine sich ablöst und beim Kochen gewöhnlichen Leim gibt.

Das Cement besteht wie die Knochen aus einer **Grundsubstanz** und aus **Knochenhöhlen**, enthält jedoch nur selten *Havers*ische **Kanäle** und **Gefässe**. Ausserdem finden sich häufig besondere Kanälchen, ähnlich denen des Zahnbeins, und noch andere mehr krankhafte Höhlungen.

Die **Grundsubstanz** ist bald körnig, bald in der Querrichtung streifig, bald mehr gleichartig, ausserdem häufig geschichtet wie in Knochen. Die **Knochenhöhlen** besitzen alle wesentlichen Eigenschaften derer der Kno-

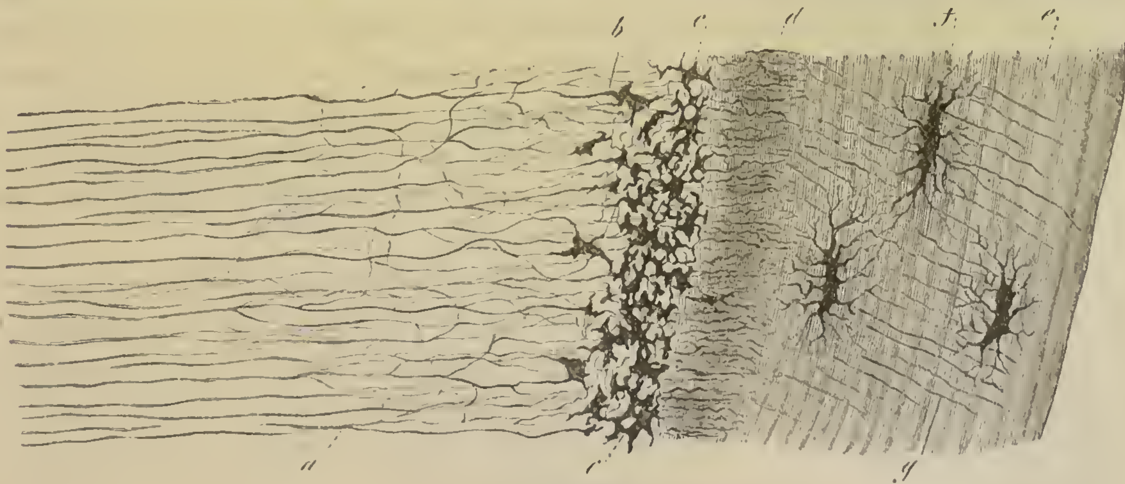


Fig. 219.

chen, so dass eine ausführliche Beschreibung derselben umgangen werden kann. Was sie auszeichnet, ist einzig ihre sehr wechselnde Zahl, Gestalt und

Fig. 219. Elfenbein und Cement von der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes. *a.* Zahnröhrchen, *b.* Interglobularräume, wie Knochenhöhlen sich ausnehmend, *c.* feinere Interglobularräume, *d.* Anfang des Cementes mit vielen dichtstehenden Kanälchen, *e.* Lamellen desselben, *f.* Lacunen, *g.* Kanälchen. 350mal vergr. Vom Menschen.

Grösse (0,005—0,02''', selbst 0,03''') und die ungemeine Zahl und Länge (bis 0,03''') ihrer Ausläufer. Die meisten sind länglichrund und der Längsaxe der Zähne gleichlaufend, andere rundlich oder birnförmig. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen, die bei einer sehr in die Länge gezogenen Gestalt, eine enge kanalartige Höhlung besitzen (Fig. 212), weil bei diesen eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Zahnkanälchen nicht zu verkennen ist. Die Ausläufer erscheinen oft wie Federn und Pinsel und dienen, wenn die Höhlen nicht vereinzelt stehen, sowohl zur Verbindung der Knochenhöhlen untereinander, als zur Verbindung mit den Enden der Zahnkanälchen. In den dünnsten Theilen des Cementes, gegen die Krone hin, fehlen die Knochenhöhlen ohne Ausnahme ganz: die ersten treten in der Regel gegen die Mitte der Wurzel auf, sind jedoch anfangs noch spärlich und vereinzelt, bis sie gegen das eigentliche Ende derselben immer zahlreicher werden und dann auch nicht selten sehr regelmässig, wie in den äussern Lagen der Röhrenknochen, reihenweise in den Cementlamellen drin liegen und ihre meisten Ausläufer nach innen und nach aussen senden, was eine gleichmässige feine Querstreifung des Cementes bewirkt. Breitere Cementlagen alter Zähne haben ungemeine Mengen von Lacunen, doch sind dieselben einem guten Theile nach sehr unregelmässig, namentlich von der langgestreckten Form. — Manche Knochenhöhlen sind einzeln oder in Gruppen von sehr deutlichen hellgelblichen, leicht buchtigen Säumen halb oder ganz umgeben, die vielleicht zu den Zellen in Bezug stehen, aus denen die Höhlen sich bilden.

*Havers*ische Kanäle kommen in jungen Zähnen bei regelrechter Dicke des Cementes nicht vor, sind dagegen in alten Zähnen, namentlich Backzähnen, und bei Hyperostosen eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie dringen zu 1—3 und mehr von aussen in das Cement, verästeln sich zwei- bis dreimal und enden dann blind. Ihre Weite ist zu gering (0,004—0,01'''), um ausser Blutgefässen noch Mark enthalten zu können und sind dieselben gewöhnlich von einigen ringförmigen Schichten umgeben, wie in Knochen. In seltenen Fällen dringen solche Kanäle auch in das Zahnbein und öffnen sich in die Zahnhöhle *(Salter)*.

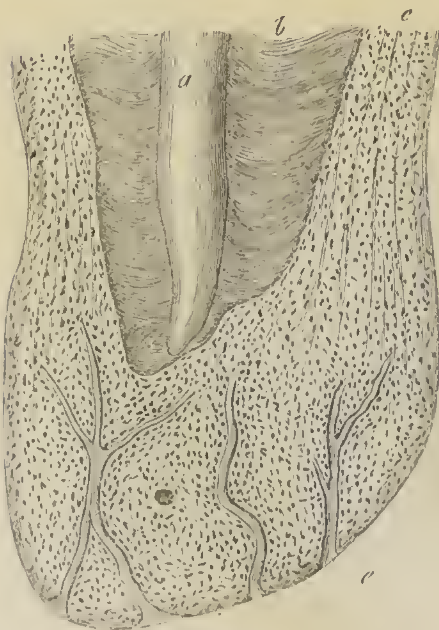


Fig. 220.

Ausser diesen Hohlräumen enthält das Cement noch hie und da eigenthümliche buchtige Höhlungen, die sicher pathologisch sind (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 82. Fig. 202), ferner häufig Kanälchen wie Zahnkanälchen (Fig. 219), bald dicht beisammen, bald mehr vereinzelt, hie und da mit einer Verästelung, die sehr häufig mit den Enden der Zahnkanälchen und den Ausläufern der Knochenhöhlen in Zusammenhang stehen.

Fig. 220. Cement und Elfenbein der Wurzel eines alten Zahnes. *a*. Zahnhöhle, *b*. Elfenbein, *c*. Cement mit Knochenhöhlen, *e*. *Havers*ische Kanälchen. Vom Menschen.

Im Cemente der Einhufer sind die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer in den innersten Lagen desselben von capselartigen Bildungen umgeben, die *Gerber* zuerst gesehen hat. Erweicht man dieses Cement in Salzsäure, so lassen sich diese Capseln ziemlich leicht darstellen und überzeugt man sich an ihnen von folgenden, für die Lehre von den Knochenhöhlen nicht unwichtigen Verhältnissen: 1) die Höhlen kommen häufig zu 2, 3 und mehreren in einer Capsel vor, gerade so, wie ich es auch an rachitischen Knochen gesehen. 2) Die in den Höhlen und ihren Ausläufern enthaltene Substanz ist in Salzsäure schwieriger löslich als die übrigen Theile der verdickten Capseln. Während diese nämlich im Allgemeinen sehr blass erscheinen, ist im Innern derselben ein dunkler zackiger Körper sehr deutlich, der wie die Vergleichung mit den gewöhnlichen Knochenhöhlen des Cementes und der Knochen lehrt, nichts Anderes ist als eine Knochenzelle.

§. 146.

Die Weichtheile der Zähne umfassen das Alveolarperiost, den Zahnkeim und das Zahnfleisch. Das Periost der Zahnhöhlen hängt sehr genau mit der Oberfläche der Wurzel zusammen und stimmt im Baue mit anderem Perioste überein, ausser dass es weicher ist, keine elastischen Elemente und ein reiches Nervennetz mit vielen dicken Röhren enthält.

Die *Pulpa dentis*, der Zahnkeim, oder die im Laufe der Entwickelung verkümmerte fötale Zahnpapille, erhebt sich im Grunde der Alveole aus dem Perioste derselben, dringt in die Wurzeln ein und füllt, als eine zusammenhängende, weiche, röthliche, sehr gefäss- und nervenreiche Substanz, die Kanäle in denselben und das *Cavum dentis* ganz aus, so dass sie der innern Oberfläche des Zahnbeines überall genau anhaftet. Das Gewebe der Pulpa ist ein undeutlich faseriges Bindegewebe, durchaus ohne elastische Elemente, aber mit sehr vielen eingestreuten runden und länglichen kernhaltigen Zellen (Bindegewebskörperchen), fast wie unreifes fötales Bindegewebe, nur dass man doch hie und da schmale Bündel unterscheidet. Durch Druck lässt sich aus demselben eine Flüssigkeit erhalten, die durch Essigsäure wie Schleim gerinnt und im Ueberschusse nicht ganz sich löst: ebenso wird die ganze Pulpa durch Essigsäure weisslich und hellt sich nie so auf, wie fertiges Bindegewebe. Dieses Gewebe nun bildet die Hauptmasse der Pulpa so weit Gefässe und Nerven reichen, dagegen findet sich nun noch an der Oberfläche derselben, rings herum eine 0,02''', 0,03—0,04''' mächtige Schicht, die aus mehreren Reihen senkrecht auf die Oberfläche der Pulpa stehender, 0,012''' langer, 0,002—0,003''' breiter, walzenförmiger oder an dem einen Ende zugespitzter Zellen mit länglichen schmalen Kernen von 0,005''' und mit Kernkörperchen besteht, die an der Oberfläche der Pulpa wie ein Cylinderepithelium gelagert sind, weiter einwärts dagegen keine deutlichen Reihen mehr erkennen lassen, sondern mehr unregelmässig in einandergreifen, ohne jedoch ihre gedrängte Lagerung und Richtung aufzugeben, und schliesslich durch kürzere mehr rundliche Zellen und ohne scharfe Grenze in das gefässhaltige Gewebe der Pulpa übergehen. Es entsprechen diese Zellen, die durch Ausläufer mit den Zahnfasern im Elfenbeine zusammenhängen, Bildungszellen des Elfenbeins und sie sind es, welche die auch noch bei Erwachsenen vorkommenden Ablagerungen von Elfenbein an die Wände der Zahnhöhle vermitteln. Die Gefässe der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die röthliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, die schliesslich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr

lockeres Netz von 0,004 — 0,006''' weiten Capillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hie und da deutliche Schlingen zeigt, aus dem dann die Venen hervorgehen. Von Lymphgefässen scheinen die Zahnkeime nichts zu besitzen, dagegen sind die Nerven äusserst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten *Nervi dentales* abstammend, ein grösserer 0,03—0,04''' haltender Stamm und ausserdem noch bis an 5, selbst noch mehr feinere Reiser von 0,01 — 0,02''', die mit Röhren von 0,0016 — 0,003''', zuerst ohne namhaftere Verbindungen und einzelne Fädchen abgebend, emporsteigen, dann aber in dem dickeren Theile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhrentheilungen bilden, und sich so allmählich bis in die feinsten Primitivfasern von 0,001—0,0016''' auflösen. In Betreff der Endigungen selbst, so sieht man zwar da und dort schlingenförmige Umbiegungen der Fasern, doch ist es wohl unzweifelhaft, dass dieselben nicht die letzten Endigungen sind. Nach *Robin* enden die Nervenröhren frei, in welcher Weise, ist nicht genauer angegeben.

Zahnfleisch, *Gingiva*, nennt man den Theil der Mundhöhlenschleimhaut, der die Alveolarränder der Kiefer überzieht und die Hälse der Zähne umfasst, ein weissröthliches, gefässreiches, wegen der unterliegenden Harttheile fest sich anfühlendes, jedoch eigentlich ziemlich weiches Gewebe, das da, wo es den Zähnen selbst anliegt, 0,5—1,5''' Dicke erreicht, ziemlich grosse Papillen (von 0,15—0,3''', bei alten Leuten selbst von 0,7''' Länge und wie die *Pap. fungiformes* mit einfachen Wärzchen besetzt) trägt, und ein Pflasterepithel von 0,23 — 0,4''' Dicke zwischen den Papillen besitzt. — Von Drüsen konnte ich am Zahnfleische nichts finden und muss man sich davor hüten, rundliche Vertiefungen des Epithels von 0,08 — 0,15''' Durchmesser mit mehr verhornten Epithelzellen, die nicht selten an den oberen Theilen desselben vorkommen, für Drüsenöffnungen zu halten.

§. 147.

Entwickelung der Zähne. Nach *Goodsir* beginnt die Entwickelung der 20 Milchzähne in der sechsten Woche des Fötallebens mit der Bildung einer Furche am obern und untern Kieferrande, in der nach und nach bis zur zehnten Woche 20 Papillen oder Zahnkeime entstehen, die bald durch zwischen ihnen auftretende Querscheidewände jeder in eine besondere kleine Höhlung zu liegen kommen. Im vierten Monate verengern sich diese Höhlen immer mehr, während zugleich die Papillen die Formen der späteren Zähne annehmen, und endlich schliessen sich

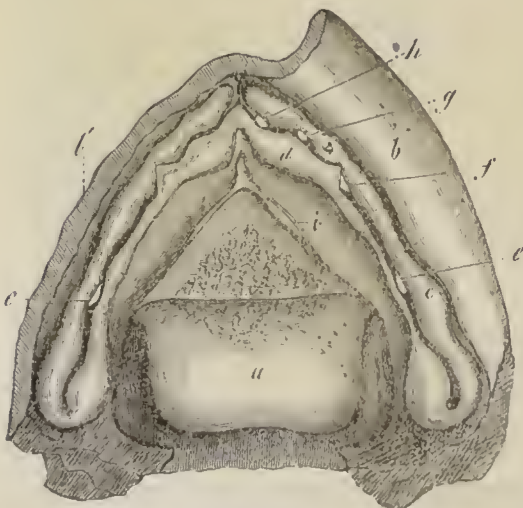


Fig. 221.

Fig. 221. Unterkiefer eines neun Wochen alten menschlichen Fötus, 9mal vergr. *a.* Zurückgeschlagene Zunge, *b.* rechte Lippenhälfte zurückgelegt, *b'.* linke Lippenhälfte abgeschnitten, *c.* äusserer Zahnwall, *d.* innerer Zahnwall, *e.* Papille des ersten Backzahnes, *f.* Papille des Eckzahnes, *g.* des zweiten, *h.* des ersten Schneidezahnes, *i.* Falten da, wo später die *Ductus Riviniani* münden.

dieselben ganz, jedoch so, dass über jeder Höhle oder dem Zahnsäckchen noch eine kleine Höhle sich bildet, als Reservesäckchen für die 20 vorderen bleibenden Zähne, in denen im fünften Fötalmonate auch schon die Zahnkeime sich entwickeln. Anfangs nun liegen die Reservehöhlen über den Zahnsäckchen der Milchzähne, nach und nach aber rücken sie an die hintere Seite derselben und werden, wenn die knöchernen Alveolen der Milchzähne auftreten, von kleinen Ausbuchtungen derselben aufgenommen (Fig. 222. *g. h*), die bei den Schneide- und Eckzähnen zuletzt ganz von den andern sich trennen, bei den zwei ersten Backzähnen dagegen in den Grund der Alveolen der Milchzähne sich öffnen. Alle Reservesäckchen sind später an der Spitze in einen soliden Strang ausgezogen, der entweder bis zum Zahnfleisch oder bei den zwei ersten Backzähnen zum Perioste im Grunde der Alveolen der zwei Milchbackzähne sich erstreckt (Fig 222. *i*) und mit Unrecht für ein Leitband, *Gubernaculum*, der Zähne beim Durchbruche gehalten worden ist.

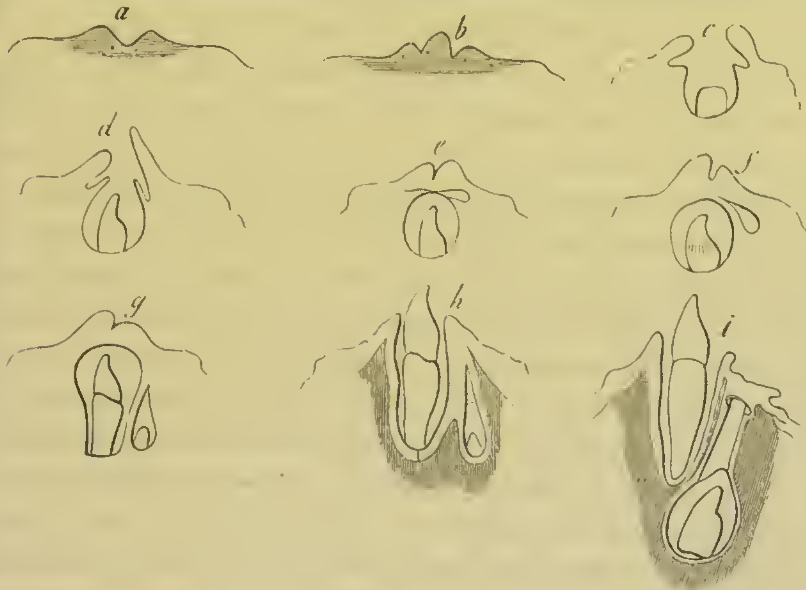


Fig. 222.

Von den Säckchen der drei letzten bleibenden Backzähne entsteht dasjenige des ersten, sammt seiner Papille, in der 16. oder 17. Woche ganz selbständig aus dem hintersten Ende der primitiven Zahnfurche und schliesst sich so, dass zwischen ihm und der Schleimhaut ein Reservesäckchen bleibt (s. meine Mikr. Anat. Fig. 206). Erst im siebenten oder achten Monate nach der Geburt verlängert sich diese hinter dem ersten Säckchen bogenförmig in den Kieferrand hinein, erzeugt an seinem Boden eine Papille und schnürt sich um dieselbe zum Säckchen des vierten Backzahnes ab. Aus dem Reste der Höhle wird, indem er mit den andern Säckchen in eine Reihe rückt, das Säckchen des Weisheitszahnes.

Die Zahnsäckchen (Fig. 223) bestehen aus drei Theilen, dem eigentlichen Säckchen, dem Zahnkeime und dem Schmelzorgane. Das eigentliche Säckchen ist eine bindegewebige Hülle, an der zwei Theile, eine äussere Lage von derberem Bindegewebe *(h)* und eine innere weichere Schicht *(g)* von mehr gallertiger Beschaffenheit mit vielen Bindegewebskörperchen zu unterscheiden sind, in welcher jedoch ebenfalls ächte Bindege-

Fig. 222. Schema der Entwickelung eines Milchzahnes und des dazu gehörenden bleibenden Zahnes, nach *Goodsir*. *a*. Zahnfurche, *b*. dieselbe mit der Papille, *c*. dieselbe im Schliessen begriffen, mit der Anlage der Reservehöhle, *d*. noch mehr geschlossen, *e*. Zahnsäckchen gebildet mit einer Reservehöhle, *f*. die Reservehöhle rückt nach hinten, *g*. dieselbe ganz hinten mit einem Zahnkeime, *h*. die Alveolen beider Säckchen bilden sich, der Milchzahn durchgebrochen, *i*. der bleibende Zahn bildet sich, sein tiefer stehendes Zahnsäckchen hat ein *Gubernaculum*.

websbündel sich finden, nur dass dieselbe nach innen gegen das Schmelzorgan mit einer zarten gleichartigen Lage, einer Fortsetzung der *Membrana praeformativa* des Zahnkeimes abschliesst. Sobald Gefässe im Zahnsäckchen auftreten, erhalten auch die beschriebenen zwei Lagen solche und enden dieselben alle mit Capillarnetzen im ganzen Umkreise des Schmelzorganes, in welcher Gegend auch mit Gefässen versehene zottenartige Bildungen sich entwickeln. Da die innere Oberfläche des Zahnsäckchens, wie die Entwickelungsgeschichte darthut, der freien Oberfläche einer Schleimhaut gleichwerthig ist, so entsprechen diese Zotten eigentlichen Schleimhautpapillen.

Vom Grunde des Zahnsäckchens erhebt sich als unmittelbare Fortsetzung der äusseren Lage desselben der Zahnkeim oder die Zahnpapille, *Pulpa s. Papilla dentis (a)*, der, in der Gestalt den spätern entsprechenden Zahn nachahmend und einer grossen Schleimhautpapille gleichwerthig, aus einer gefäss- und später auch nervenreichen innern mächtigen Lage und einer gefässlosen dünnen Randschicht besteht. Die letztere wird von einem zarten gleichartigen Häutchen, der *Membrana praeformativa (Raschkow)*, die für die Zahnbildung ohne weitere Bedeutung ist, begrenzt und besteht unter demselben aus 0,016—0,024''' langen und 0,002—0,0045''' breiten Zellen mit schönen bläschenförmigen Kernen und deutlichen ein- und mehrfachen *Nucleolis*, die eine dicht neben der andern fast wie ein Epithel auf der Oberfläche der Pulpa sitzen, jedoch nach innen nicht so scharf begrenzt sind, wie ein solches, und auch, wenigstens an jungen Zahnkeimen, durch kleinere Zellen allmählich in das Parenchym derselben übergehen. Uebrigens entsteht an gefässreichen Pulpen doch eine Begrenzung dadurch, dass die Capillarschlingen, in welche die Gefässe auslaufen, nicht zwischen die cylindrischen Zellen eingehen, sondern eine dicht an der andern an der tiefen Seite derselben enden, so dass, zumal da auch die fraglichen Zellen das Elfenbein liefern, die Bezeichnung derselben als Elfenbeinhaut, *Membrana eboris*, gerechtfertigt erscheint. Die innern Theile der Pulpa bestehen durch und durch aus einer früher mehr körnigen oder gleichartigen, später mehr faserigen Grundsubstanz, in welcher sehr zahlreiche, anfangs runde, später spindelförmige und sternförmige Zellen eingebettet sind, von denen die der *Membrana eboris* die äussersten dicht ge-

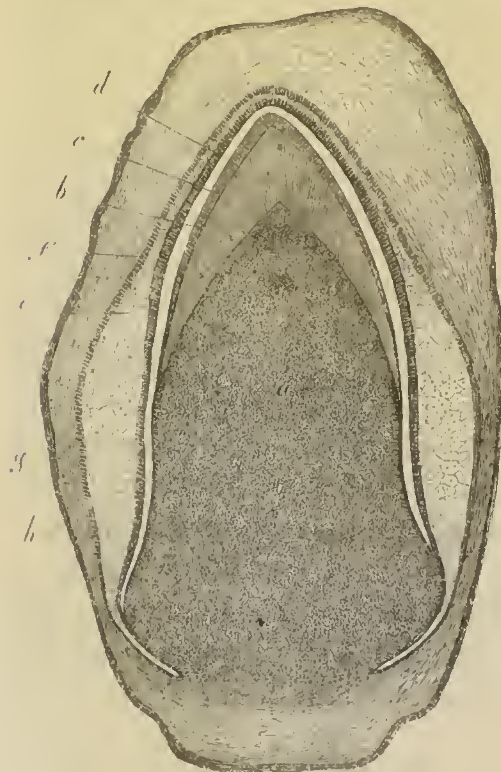


Fig. 223.

Fig. 223. Zahnsäckchen eines bleibenden Zahnes der Katze senkrecht und quer durchschnitten. Nach einem Präparate von *Thiersch*. 14mal vergr. *a.* Zahnpapille, deren äusserste dunkle Zone von den Elfenbeinzellen gebildet wird, *b.* Zahnbein, *c.* Schmelz, *d.* innere Epithellage desselben oder *M. adamantinae*, *e.* Gallertgewebe desselben, *f.* äussere Epithellage des Schmelzorganes, *g.* innere Lage desselben, *h.* äussere Lage des Zahnsäckchens.

drängten darstellen, mithin gehört das Gewebe derselben zur Gruppe der Bindesubstanz. Gefässe entwickeln sich etwas vor der Zahnbildung in ungemeiner Zahl in der Pulpa, und zwar finden sich vorzüglich an der Verknöcherungsgrenze die zahlreichsten senkrecht stehenden Schlingen von Capillaren von etwa 0,006'''.

Das Schmelzorgan, *Organon adamantinae (Raschkow)* (Fig. 223. *d. e. f)*, ist ein kappenförmiges rings herum scharf umgrenztes weiches Gebilde, dessen vertiefte Seite die Zahnpulpa genau umkleidet, während die gewölbte dem eigentlichen Zahnsäckchen genau anliegt. Dem Baue nach besteht dasselbe aus zwei Theilen, einer äussern dünnen Lage von gewöhnlichen Epithelzellen *(d. f)* und einem innern Gallertgewebe *(e)* eigener Art, hat jedoch, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, *in toto* die Bedeutung eines epithelialen Organes und stellt das Epithel der Zahnpapille und des Zahnsäckchens dar, welche Theile beide einmal die oberflächlichsten Theile der Schleimhaut darstellten. Die Epithelzellen des Schmelzorganes bilden zwar eine ganz zusammenhängende Lage, müssen jedoch der Bequemlichkeit halber in zwei Theile geschieden werden, die ich das äussere und innere Epithel nennen will. Das innere Epithel, oder die sogenannte Schmelzhaut, *Membrana adamantinae (Raschkow) (d)* gleicht einem gewöhnlichen Cylinderepithel auf's Täuschendste, und besteht ganz und gar aus 0,012''' langen, 0,002''' breiten Zellen, die feinkörnig und zart sind und länglichrunde Kerne führen, die häufig an den Spitzen der Zellen sitzen. Das äussere Epithel *(f)*. von *Nasmyth* entdeckt und auch von *Huxley* gesehen, jedoch erst vor Kurzem von *Guillot* abgebildet und von *Robin* und *Magitot* genauer beschrieben, zeigt beim Menschen pflasterförmige Zellen von 0,005''' im Mittel, die häufig Fettkörnchen führen. Was dasselbe dem innern Epithel gegenüber besonders auszeichnet, ist, dass es keine überall gleich dicke Haut bildet, sondern an seiner äussern Seite, vor Allem an der dem Zahnfleische zugewendeten Seite des Schmelzorganes, mit einer Menge kleinerer und grösserer, ganz und gar aus Zellen gebildeter Fortsätze, den Epithelialsprossen des Schmelzorganes, versehen ist, zwischen welche die Gefässzotten des Zahnsäckchens hineinragen, so dass durch die beiderlei Hervorragungen eine innige Vereinigung der genannten Theile erzeugt wird. — Das innere oder Gallertgewebe des Schmelzorganes *(e)* gleicht auf ein Haar gewissen einfachen Bindesubstanzen und besteht aus verbundenen sternförmigen Zellen, die in ihren Zwischenräumen eine schleim- und eiweissreiche Flüssigkeit führen. Dasselbe ist jedoch nichts als umgewandeltes Epithel und gehen auch seine Elemente an der Grenze gegen die oberflächlichen Zellenschichten in mehr rundliche Elemente über, und setzen sich wenigstens früher nicht scharf gegen dieselben ab. Am mächtigsten ist diese Lage gallertigen Epithels, wie ich sie heisse, unmittelbar vor dem Eintritte der Zahnbildung und in den ersten Zeiten derselben, so im fünften bis sechsten Monate $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{3}$ Wiener Linie dick, bei einem Neugebornen dagegen nur noch 0,16—0,20'''. Wie begreiflich ist das ganze Schmelzorgan gefässlos und gehören die Gefässe, die ich früher aus demselben beschrieb, der innern Lage des Zahnsäckchens an, die ich ehemals als Theil des Schmelzorganes ansah. —

Die Bildung der Milchzähne beginnt in dem fünften Fötalmonate, und im siebenten Monate sind dieselben alle in Ossification begriffen. Die Verknöcherung beginnt an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, die bei den Backzähnen anfänglich entsprechend den Hügeln des Keimes mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem Schmelzorgane aus eine dünne Lage von Schmelz, die mit dem Zahnbeine verschmilzt und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt und schliesslich ähnlich einer Capsel denselben, der, je mehr die Ossification zunimmt, um so mehr sich verkleinert, ganz und eng umfasst; zugleich folgt auch die Schmelzablagerung nach, so dass dieselbe bald von der Gesammtoberfläche der Schmelzhaut ausgeht, und wird immer mächtiger. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Elfenbeinlage der Krone, während das Schmelzorgan und die Zahnpulpa immer mehr an Masse abnehmen, bis jenes nur noch ein dünnes Häutchen ist und letztere den Verhältnissen, die sie im fertigen Zahne zeigt, sich nähert. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber immer nichts da; dieselben entstehen erst, wenn die Krone ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst der Zahnkeim stark in die Länge, während das Schmelzorgan verkümmert, und lagert sich auf seinen neu hervorsprossenden Theilen nur Elfenbein ab, nämlich das der Wurzel. Der so in die Höhe getriebene Zahn beginnt gegen die obere Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch zu drängen, bricht allmählich durch dieselben, in denen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt schliesslich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um ihn zusammen, während der nicht durchbrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Perioste der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn dadurch, dass 1) noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch bald die Krone in normaler Länge hervortritt, und 2) aus einer vom Zahnsäckchen, das nun mit dem Perioste der Alveole verschmilzt, geschehenden Ablagerung, die schon vor dem Durchbruche beginnt, das Cement um die Wurzel sich anlegt, während zugleich von innen her der Zahn sich noch mehr verdickt und der Keim entsprechend sich verkleinert. An Zähnen mit mehreren Wurzeln wird der anfangs einfache Keim bei seiner Verlängerung da, wo er festsitzt, gespalten, und entwickelt sich dann um jede Abtheilung herum eine Wurzel. — Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Reihe. Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6. bis 8. Monate, innere Schneidezähne des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7. bis 9. Monate, die des Unterkiefers zuerst, vordere Backzähne im 12. bis 14. Monate, die des Unterkiefers zuerst, Hundszähne im 15. bis 20. Monate, zweite Backzähne zwischen dem 20. bis 30. Monate.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise wie die Milchzähne. Ihre Ossification beginnt etwas vor der Geburt in den ersten grossen Backzähnen, schreitet im ersten, zweiten und dritten Jahre auf die Schneidezähne, Eckzähne und kleinen Backzähne fort, so dass im sechsten

und siebenten Jahre zu gleicher Zeit 48 Zähne in beiden Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden, mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die Alveolen der bleibenden von denen der Milchzähne trennen, aufgesaugt, und zugleich schwinden die Wurzeln der letztern von unten her, in Folge eines noch nicht genau ermittelten Vorganges. (Nach *Tomes* ist es eine in den Milchzähnen selbständig auftretende Auflösung der Zahnsubstanz.) So kommen die bleibenden Zähne, deren Wurzeln mittlerweile sich verlängern, gerade unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne, die endlich, wenn sie noch mehr hervortreten, ausfallen und ihnen den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in folgender Ordnung: erster grosser Backzahn im siebenten Jahre, innerer Schneidezahn im achten Jahre, seitlicher Schneidezahn im neunten Jahre, erster kleiner Backzahn im zehnten Jahre, zweiter kleiner Backzahn im elften Jahre, Eckzahn im zwölften Jahre, zweiter grosser Backzahn im 13. Jahre, dritter Backzahn zwischen dem 17. bis 19. Jahre.

Das Zahnfleisch des Fötus und besonders des Neugebornen vor dem Durchbruche der Milchzähne ist weisslich und sehr fest, fast von der Dichtigkeit eines Knorpels, weshalb es auch wohl Zahnfleischknorpel genannt wird, obschon es in seinem Baue mit Knorpel gar keine Aehnlichkeit hat und aus den gewöhnlichen Schleimhautelementen, jedoch mit einer bedeutenden Beimengung eines mehr sehnigen Gewebes, besteht. Die in demselben von *Serres* beschriebenen hirsekorngrossen Körperchen, die Weinstein absondernde Drüsen sein sollen, sogenannte *Glandulae tartaricae*, sind Nester von Epithel (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 95) und meinen neuesten Erfahrungen zufolge Reste des embryonalen Schmelzkeimes.

Die Entwickelung der Zahnsäckchen kann hier unmöglich *in extenso* besprochen werden und bemerke ich daher nur folgendes. In neuester Zeit sind der bisher ziemlich allgemein gültigen *Goodsir*'schen Aufstellung, nach welcher die Säckchen aus einer offenen Schleimhautfurche mit freien Papillen sich entwickeln, mächtige Gegner erstanden, indem *Natalis Guillot*, sowie *Robin* und *Magitot* mit aller Entschiedenheit behaupten, dass weder beim Menschen, noch bei Säugethieren eine solche Furche mit Papillen sich finde, vielmehr die Säckchen mit allen ihren Theilen in der Tiefe der Schleimhaut, im submucösen Gewebe derselben, von freien Stücken und unabhängig von allen andern Theilen sich entwickeln. — Diese Behauptung ist sowohl für den Menschen als auch für die Thiere sicherlich insofern unrichtig, als überall die Zahnsäckchen, wenn auch bei Thieren nicht aus einer offenen Furche, doch aus den obersten Schleimhautlagen, d. h. aus einer Schleimhautpapille (dem Zahnkeime), einem Epithelialüberzuge derselben (dem Schmelzorgane) und einer umhüllenden Schleimhautlage, dem eigentlichen Zahnsäckchen, sich hervorbilden.

Was erstens den Menschen betrifft, so sind allerdings die *Goodsir*'schen Erfahrungen, denen minder ausführliche ältere von *Arnold* vorangingen, bis jetzt einzig und allein von mir bestätigt worden, es wird jedoch wohl kaum Jemand, der die von mir gegebenen Abbildungen (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 203 u. 204, und Fig. 221 in diesem Werke) kennt, welche mein früherer Schüler Herr Dr. *Goll* in Zürich nach der Natur gezeichnet hat, anstehen zuzugeben, dass sich hier Kieferränder finden, welche die Anwesenheit der Zahnfurchen und freier Papillen zu beweisen scheinen. Erneuerte Untersuchungen haben mir beim Menschen die Furche wiederum gezeigt und stehe ich mit aller Entschiedenheit für die Richtigkeit der gegebenen Abbildungen ein. Wie die Sachen jetzt liegen, muss ich nun aber bestimmt hervorheben, dass in keinem der von mir gesehenen Fälle das Mundhöhlenepithel erhalten war, und diess trübt

allerdings das Ergebniss meiner Erfahrungen in einem solchen Grade, dass ich für einmal nicht mehr wage, die *Goodsir*'sche Ansicht als eine ganz gesicherte hinzustellen. Meinen gleich zu erwähnenden Beobachtungen an Thieren zufolge wäre es nämlich möglich, dass auch beim Menschen das Epithel der Mundhöhle die Zahnfurche vollständig ausfüllte und ziemlich glatt über dieselbe und die Papillen hinwegginge, so dass demnach im frischen Zustande keine Furche da wäre. Beim Mangel frischer menschlicher Embryonen kann ich für einmal diese Sache nicht zur Entscheidung bringen und wende ich mich gleich zu meinen Erfahrungen an Säugethieren, aus denen der Stand dieser Angelegenheit klar hervorgehen wird.

Bei Säugethieren (untersucht wurden Kalb und Schaf) finden sich niemals freie Zahnkeime und zur Zeit der Entwicklung der Zahnsäckchen auch nichts, was als eine Zahnfurche angesprochen werden könnte. Ober- und Unterkiefer zeigen bei Wiederkäuern in der Gegend, wo die Zahnsäckchen sich bilden, eine starke, vorzüglich aus einer mächtigen Epithellage gebildete Leiste, und im Innern dieses »Zahnwalles« entwickeln sich die Zahnsäckchen in folgender Weise. Das erste ist die Bildung eines besonderen epithelialen Organes, das ich den »Schmelzkeim« nenne. Derselbe stellt in jeder Kieferhälfte einen zusammenhängenden platten Fortsatz der tiefsten Lagen des Mundhöhlenepithels dar, der seine Flächen nach aussen und nach innen wendet, und an seinem Randtheile etwas nach aussen umgebogen ist (Fig. 224). Anfänglich ist dieser Schmelzkeim überall gleichmässig dünn und nicht zu erkennen, wo die einzelnen Zahnsäckchen sich entwickeln. Später bilden sich in der tieferen Hälfte desselben einzelne Stellen entsprechend der Zahl der Zähne eigenthümlich um und gestalten sich nach und nach zu den einzelnen Schmelzorganen (Fig. 225). Diese Umwandlung beruht auf folgendem. Erstens und vor Allem verdickt sich der Schmelzkeim an diesen Stellen dadurch, dass im Innern desselben eine reichliche Zellenwucherung



Fig. 224.

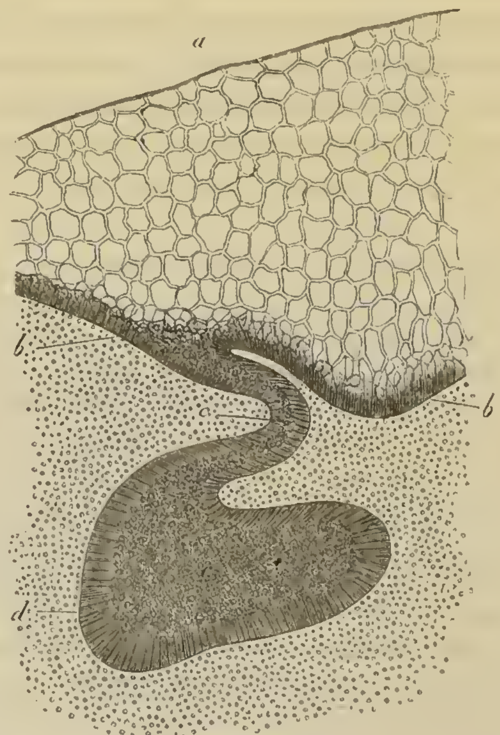


Fig. 225.

Fig. 224. Ein Stückchen des Gaumens eines Kalbsembryo in der Gegend des rechten Zahnwalles. 100mal vergr. *a.* Epithel des Zahnwalles, dessen äusserer Theil nicht dargestellt ist, *b.* tiefste cylindrische Zellen des Epithels, *d.* Schmelzkeim, Fortsetzung der tiefsten Lagen des Epithels, *dd.* oberste Lagen der Schleimhaut.

Fig. 225. Ein Stückchen des Gaumens eines Schafsembryo in der Gegend des rechten Zahnwalles. 100mal vergr. *a, b, c* wie in Fig. 224, *d.* äussere längliche Zellen des in Bildung begriffenen Schmelzorganes, *c.* innere rundliche Zellen desselben.

statt hat, welche vor Allem von länglichen Zellen ausgeht, die — eine Fortsetzung der tiefsten Zellen des Epithels — die äussersten Theile desselben bilden, ausserdem aber auch von kleineren in geringer Menge im Innern desselben enthaltenen Zellen abhängig ist. Sind so eine gewisse Zahl neuer Zellen entstanden, so bestehen die Schmelzorgane deutlich aus zwei Abtheilungen, einer Rindenschicht (*a*) aus den ursprünglich länglichen Zellen und einer Kernmasse aus mehr rundlichen Elementen (*e*). Zugleich ändern sie nun auch ihre Form und gehen aus der eines Kolbens in die einer Kappe über, welche nun auch den mittlerweile hervorgetretenen Zahnkeim bedeckt. — Sind einmal so die Schmelzorgane deutlich als solche angelegt, so ändern sie sich auch in histiologischer Beziehung dadurch, dass die Zellen der Kernmasse nach und nach — indem sie sternförmig werden, untereinander sich vereinen und eine schleim- und eiweissreiche Flüssigkeit zwischen sich ausscheiden — in die eigentliche Gallerte des Schmelzorganes übergehen. Diese Umbildung geschieht übrigens sehr langsam und bleiben so lange, als das Schmelzorgan noch sich vergrössert, zwischen seiner Rindenschicht und dem Gallertkerne Lagen runder Zellen übrig, die, sowie sie auf der einen Seite von den cylindrischen Zellen der Rinde aus immerwährend neu sich bilden, auf der andern stets zur Vergrösserung der Gallerte verwendet werden.

Diesem zufolge ist das Gallertgewebe der Schmelzorgane kein Bindegewebe, wie alle bisherigen Autoren, mit Ausnahme von *Huxley*, annahmen, noch einfache Bindesubstanz (d. h. aus Bindegewebskörperchen und gleichartiger Grundsubstanz bestehend), wie ich noch vor Kurzem aufstellen zu können glaubte, vielmehr ein eigenthümlich umgewandeltes Epithelialgewebe. Da mir nur Eine Analogie für eine derartige Umwandlung von Epithelzellen bekannt ist, nämlich die äussere Hülle des Barscheies, die aus den verlängerten und durch Ausläufer verbundenen Epithelzellen des *Graaf*'schen Follikels und zwischen denselben ausgeschiedener Gallerte besteht, so dauerte es lange, bis ich die volle Ueberzeugung der Richtigkeit der angegebenen Deutung gewann, doch brachte das Gewicht der Thatsachen schliesslich jeden Zweifel zum Verstummen.

Bekanntlich hat *Huxley* schon vor längerer Zeit das ganze Schmelzorgan für das Epithel des Zahnsäckchens und der Zahnpapille erklärt. Man kann dem Scharfblicke dieser Deutung alle Achtung zollen und doch finden, dass *Huxley* die Thatsachen nicht zu Gebote standen, auf welche hin eine solche Auffassung gerechtfertigt erscheint.

Die Schmelzkeime sind früher da als irgend eine Spur von Zahnpapillen und z. B. im Oberkiefer vor der Schliessung der Gaumenspalte schon wahrzunehmen, dagegen treten die letzteren so ziemlich gleichzeitig mit den Schmelzorganen auf. Sobald nämlich diese als Verdickungen bemerkbar werden, zeigt sich auch an ihrer tiefen Fläche eine leichte hügelartige Erhebung der äussersten Schleimhautschicht, und während diese immer mehr sich vergrössert, treibt sie die tiefere Wand des Schmelzorganes gegen die andere und bedingt dessen Umwandlung in die Form einer Kappe (Fig. 226). Es erscheint

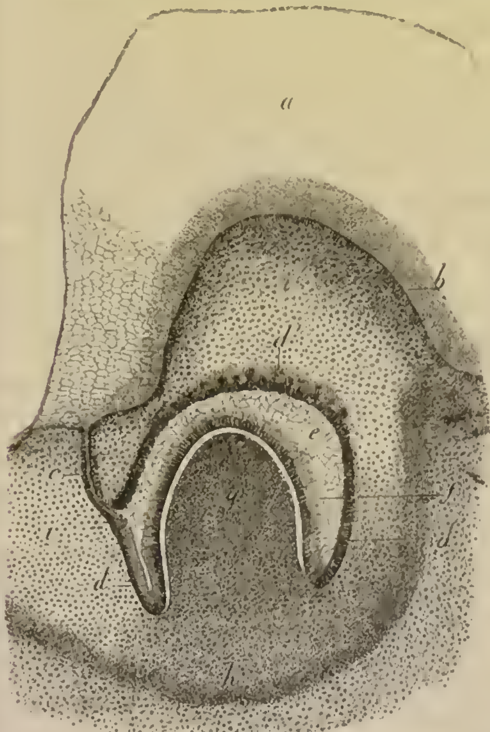


Fig. 226.

Fig. 226. Ein Stückchen des Gaumens eines Kalbsembryo mit dem rechten Zahnwalle. *a*. Zahnwall, wesentlich aus einer Verdickung des Epithels bestehend, *b*. tiefste Lagen des Epithels, *c*. Rest des Schmelzkeimes mit dem Schmelzorgane *d*, *e*, *f* verbunden, *d*. äussere Epithelschicht des Schmelzorganes, *d'*. Epithelialsprossen desselben, *e*. gallertiges Epithel des Schmelzorganes, *f*. inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran, *g*. Zahnkeim, *h*. erste Andeutung der festeren Bindegewebslage des Zahnsäckchens, *i*. äusserste Theile der Schleimhaut, die z. Th. in die innere weiche Bindegewebsschicht des Zahnsäckchens sich umwandeln, *k*. einzelne Knochenbalken der *Max. superior*. Vergr. 23.

somit der Theil des Schmelzorganes, der die Papille überzieht, oder die Schmelzmembran (Fig. 226 *f*) recht eigentlich als das Epithel der Zahnpapille. — Zwischen diesen beiden Theilen liegt, wie auch zwischen dem ganzen Schmelzorgane und der *Mucosa* und an der Oberfläche der letztern überhaupt ein zartes gleichartiges Häutchen, die sogenannte *Membrana praeformativa*, der somit nichts weniger als eine besondere Bedeutung zukommt. — Uebrigens bildet sich nicht nur in der Gegend der Zahnpapille, sondern auch im übrigen Umkreise des Schmelzorganes eine innigere Verbindung desselben mit der *Mucosa*, indem das äussere Epithel des Schmelzorganes, besonders an den der Papille entgegengesetzten Stellen, gegen die *Mucosa* die obengemeldeten Epithelialfortsätze treibt und zwischen diesen Gefässe führende zottenartige Auswüchse der umgebenden *Mucosa* sich entwickeln.

Erst nachdem Zahnkeime und Schmelzorgane vollkommen angelegt sind, zeigen sich die ersten Spuren der Zahnsäckchen dadurch, dass ein Theil des umgebenden Bindegewebes sich verdichtet. Diese Verdichtung, die von den tiefen Theilen der Schleimhaut gegen die oberflächlichen fortschreitet, tritt jedoch nicht in unmittelbarer Nähe der Schmelzorgane, sondern erst in einer gewissen Entfernung von denselben auf, und bestehen die Säckchen, wenn angelegt, aus zwei Theilen, nämlich aus einer dünnen festen Wand und einem inneren mehr lockeren Gewebe, das in seiner Dichtigkeit an die Gallerte des Schmelzorganes erinnert, jedoch den Bau gewöhnlichen lockern embryonalen Bindegewebes besitzt. Diese Lage und die Zahnpapille, die offenbar gleichwerthig sind, sind auch die Träger der feineren Verästelungen der Gefässe der Zahnsäckchen, deren Endschlingen allerwärts im Umkreise des Schmelzorganes stehen, ohne jedoch, wie leicht begreiflich, irgendwo in dasselbe hinein zu reichen.

In eben geschilderter Weise ausgebildete Zahnsäckchen stehen immer noch, wie die Fig. 226 u. 227 darthun, durch ihre Schmelzorgane mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, indem die Reste der Schmelzkeime durchaus nicht sofort vergehen, nachdem sie die Schmelzorgane erzeugt haben. Vielmehr kommt ihnen, wie ich ermittelt habe, die wichtige Bedeutung zu, die Anlagen auch für die Schmelzorgane der bleibenden Zähne zu erzeugen. Obschon ich die Bildung der Säckchen der bleibenden Zähne noch nicht vollständig zu verfolgen Gelegenheit hatte, so glaube ich mit Sicherheit regelrecht vorkommende Fortsätze der Schmelzkeime, wie sie die Fig. 227 zeigt, als die ersten Anlagen derselben bezeichnen zu dürfen. Diese Fortsätze, die ich die secundären Schmelzkeime nenne, finden sich immer in der Höhe der betreffenden Schmelzorgane, gehen nahe an der Verbindung des Restes der Schmelzkeime mit diesen ab und haben genau den Bau der tieferen Theile des ursprünglichen Schmelzkeimes. Die Umwandlung dieser Bildungen und der umgebenden Theile der *Mucosa* in die bleibenden Zahnsäckchen wird nach dem Geschilderten leicht zu denken sein, und ist die Lücke in meinen Erfahrungen kaum hoch anzuschlagen.

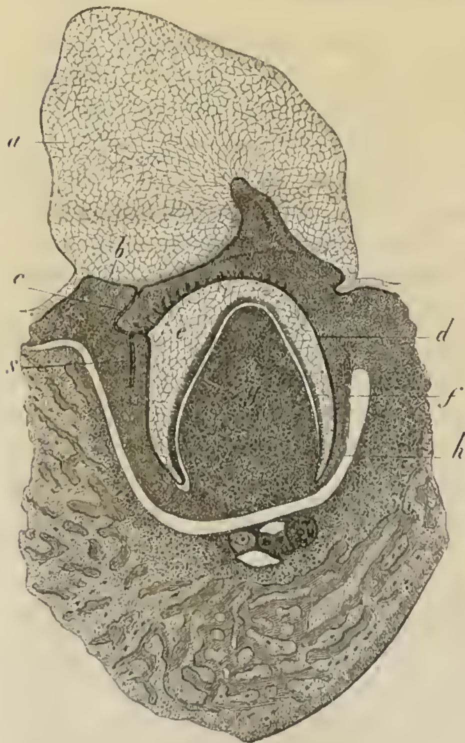


Fig. 227.

Die letzten Veränderungen der Säckchen der Milchzähne habe ich auch nicht im Einzelnen verfolgt, und kann ich nur so viel sagen, dass auf jeden Fall die Reste der Schmelzkeime später vergehen und die Säckchen dann als ringsum geschlossene und von dem Epithel ganz getrennte Bildungen erscheinen. Die Atrophie der Reste der Schmelzkeime führt übrigens nicht sofort zum gänzlichen Schwinden derselben, vielmehr ist leicht zu sehen, dass einzelne Theile der-

Fig. 227. Der grösste Theil des linken Unterkiefers mit dem entsprechenden Zahnwalle und einem Zahnsäckchen. Von einem Kalbsembryo. 11½mal vergr. *a*—*h* wie in Fig. 226, *s*. secundärer Schmelzkeim. Unter dem Zahnsäckchen sieht man die Nerven und Gefässe im Kiefer.

selben durch Umwandlung ihrer innersten Zellen eine eigenthümliche Veränderung erleiden und zu rundlichen Nestern verhornter Zellen sich umbilden, die manchmal ihre Verbindung mit den Schmelzkeimresten noch bewahren, während sie in andern Fällen ganz für sich im Innern der Schleimhaut zwischen den Zahnsäckchen und dem Epithel sich finden. — Aus diesen Untersuchungen, die auch durch selbständig von *Thiersch* in Erlangen angestellte Beobachtungen, in Betreff welcher meine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand nachzusehen ist, gestützt werden, geht somit hervor, dass bei den Wiederkäuern die Zahnsäckchen durch ein merkwürdiges Ineinandergreifen einer Epithelial- und Schleimhautwucherung sich entwickeln, in der Art, dass der Vorgang mit der Entwicklung der Hautdrüsen, oder noch besser der Haarbälge, eine nicht zu verkennende Uebereinstimmung darbietet. Eine freie Furche mit Papillen ist bei Wiederkäuern nicht da und wird man nun auch begreifen, was ich meinte, als ich sagte, dass beim Menschen die Anwesenheit dieser Theile noch nicht ganz entschieden sei.

Obschon ich hier wie *Goodsir* die Furche sicher gesehen, so muss ich es nach meinen jetzigen Erfahrungen für möglich halten, dass dieselbe im ganz natürlichen Zustande vielleicht fehlt und nur dann auftritt, wenn das Epithel abgelöst ist, was bekanntlich bei menschlichen Embryonen sehr leicht geschieht. Man denke sich bei einem Zahnsäckchen, wie die Fig. 226 es wiedergibt, das ganze Mundhöhlenepithel sammt dem aus einer Wucherung des Epithels hervorgegangenen Schmelzorgane entfernt, und es wird eine offene Zahnfurche mit freien Papillen da sein. Ich halte es demnach für leicht möglich, dass in der That die obengenannten französischen Forscher auch für den Menschen in dieser Einen Beziehung Recht behalten, in allem Uebrigen wird jedoch auch hier ihre Darstellung der Bildung der Zahnsäckchen ebenso gewiss Schiffbruch leiden, als sie es bei den Wiederkäuern gethan, und will ich vorläufig nur darauf aufmerksam machen, dass das reichliche Vorkommen der aus Epithel bestehenden Nester im Innern der Schleimhaut, die unter dem Namen der *Glandulae tartaricae* gehen, schon beweist, dass die Schmelzorgane auch hier ursprünglich mit dem Epithel in Verbindung standen. Ich werde übrigens die *Goodsir*'sche Anschauung erst dann mit Entschiedenheit verlassen, wenn es mir gelingt, an ganz frischen Embryonen von der Unrichtigkeit derselben mich zu überzeugen.

In Betreff des Baues der Zahnsäckchen hat die neuere Zeit einige nicht unwichtige Erwerbungen aufzuweisen, welche jedoch erst jetzt verständlich geworden sind, seit ich die Entwicklung der Zahnsäckchen aufgedeckt habe. Als solche bezeichne ich den Nachweis des Vorkommens einer äussern Epithelschicht am Schmelzorgane, die mit dem innern Epithel oder der Schmelzmembran zusammenhängt, ferner die Entdeckung von Epithelialsprossen an dieser Lage und von zottenartigen Bildungen an den angrenzenden Theilen des Zahnsäckchens. Die äussere Epithelschicht des Schmelzorganes findet sich zuerst bei *Nasmyth* beschrieben (*Researches* p. 106 u. 109), aber nicht gedeutet. Dann erwähnt sie *Huxley* (*On the developm. of teeth* etc. p. 153), schildert sie jedoch als nicht beständig, was ich nicht unterschreiben kann. Weiter beschreiben *Todd* und *Bowman* (Vol. II. p. 176) kurze mit Drüsenepithel gefüllte Röhren im äussersten Theile des Schmelzorganes, welche nichts anderes als die Epithelialfortsätze der äussern Epithelschicht sind, von welcher die genannten Forscher jedoch nichts sahen. Auch mir gelang es früher nicht, dieses Epithel zu sehen, doch kann ich jetzt mit Bestimmtheit sagen, dass die in meiner Mikr. Anat. (II. 2. S. 100) beschriebenen Nester kernhaltiger Zellen (s. die Figur das.) auf dasselbe zu beziehen sind. Die erste Abbildung der fraglichen Epithelschicht findet sich bei *Guillot* (l. i. c. Pl. V. Fig. 1—5. VIII. Fig. 1. 2), doch gelang es demselben nicht, ihre Bildung und ihre späteren Umwandlungen aufzufassen, wie am besten daraus hervorgeht, dass er dieselbe selbständig in der Tiefe der Schleimhaut sich bilden und in das Zahnsäckchen sich umwandeln lässt (S. 295). Dasselbe gilt mit Bezug auf ersteres auch von *Robin* und *Magitot*, von denen übrigens gesagt werden kann, dass sie die erste gute Beschreibung des äussern Epithels des Schmelzorganes gegeben haben (*Journal de la physiol.* Janv. 1861. p. 73), so wie dass sie ebenfalls die Ersten sind, welche die von *Todd-Bowman* entdeckten drüsenartigen Bildungen richtig als Sprossen dieses Epithels deuteten. Ausserdem haben sie auch schon freie Epithelialstränge im Zahnsäckchen gesehen, von denen sie es

für möglich halten, dass sie losgelöste und z. Th. vergrösserte Epithelialzellen sind. — Die zottenartigen Fortsätze der Zahnsäckchen, obschon noch wenig gewürdigt, haben schon *Goodsir, Sharpey, Huxley* und *Todd-Bowman* gekannt, und neulich sind dieselben von *Robin* und *Magitot* genau geschildert worden. Die Fortsetzung der *Membrana praeformativa* endlich auf das Zahnsäckchen hat *Huxley* zuerst beschrieben.

§. 148.

Entwickelung der Zahngewebe. Von den drei Geweben, welche die Zähne bilden, entstehen zwei, das Zahnbein und das Cement, wesentlich nach demselben Gesetze, das auch der Bildung des Knochengewebes vorsteht, dagegen hat der Schmelz eine Entwicklung ganz eigener Art und stellt nichts als eine mächtige Cuticularbildung dar.

Das Zahnbein nimmt seine Entstehung von den Zellen an der Oberfläche der Zahnpulpa, die aus diesem Grunde die Elfenbeinzellen heissen mögen. Wahrscheinlich verkalkt in erster Linie die *Membrana praeformativa* und dann bildet sich innen an derselben Schicht um Schicht Zahnbein, dadurch, dass erstens die Elfenbeinzellen in die Zahnfasern auswachsen, während zugleich zwischen denselben eine verkalkende Zwischensubstanz sich absondert. Hierbei bleiben die Elfenbeinzellen immer unverändert bestehen — wenigstens findet man dieselben zu jeder Zeit in ganz gleicher Weise innen an dem wachsenden Zahnbeine — und scheint somit eine und dieselbe Elfenbeinzelle zur Erzeugung einer ganzen Zahnfaser mit allen ihren Verästelungen hinzureichen.

Das Cement bildet sich ganz nach Art der Periostablagerungen der Knochen und ist es das Zahnsäckchen, das nach der Entwicklung der Krone während der Wurzelbildung diese Rolle übernimmt, und dieselbe auch dann noch nicht aufgibt, wenn es nach dem Durchbruche der Zähne zum Perioste der Alveole geworden ist.

Der Schmelz endlich entwickelt sich durch eine verkalkende Ausscheidung der Zellen der Schmelzmembran, genau in derselben Weise, in der bei niedern Thieren solche Ablagerungen in nicht minder mächtigem Grade vorkommen, in welcher Beziehung §. 16 nachzusehen ist. In neuerer Zeit habe ich auch an einzelnen Schmelzzellen am freien Ende kleine Auflagerungen unmittelbar wahrgenommen, die offenbar nichts anderes als noch nicht erhärtete Theile dieser Abscheidung waren. Die Schmelzzellen verändern sich bei dieser Absonderung nicht und gehen erst dann zu Grunde, wenn der Schmelz fertig ist. Vorher liefern sie aber noch eine zusammenhängende hautartige Ausscheidung, die ebenfalls verkalkt und das Schmelzoberhäutchen darstellt.

Die Entwickelung der Zahnsubstanzen ist von jeher als ein sehr schwieriger Gegenstand angesehen worden. Am einfachsten scheinen die Verhältnisse beim Schmelze, und haben bis jetzt alle Forscher mit *Schwann* angenommen, dass die Schmelzfasern nichts als ossificirte Zellen der Schmelzmembran sind. Nun behauptet aber *Huxley* (l. c.), dass dem nicht so sein könne, indem der Schmelz in allen Stufen seiner Entwickelung von der *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe überzogen und durch dieselbe von der Schmelzhaut getrennt sei. Nach *Huxley* bildet sich der Schmelz unabhängig von der Schmelzhaut unter diesem Häutchen, welches schliesslich zu dem von *Nasmyth* entdeckten Zahnoberhäutchen der fertigen Zähne werde, doch bekennt er, dass

er nicht im Stande sei, irgend etwas Näheres über die Entwickelungsweise derselben anzugeben. — Diese Angaben, die einer meiner talentvollsten Zuhörer, *E. Lent*, geprüft hat (l. i. c.), ergaben sich in sofern als ganz richtig, als in der That von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes zu allen Zeiten durch Behandlung desselben mit verdünnten Säuren ein zartes gleichartiges Häutchen sich abhebt, welches, so lange das Elfenbein noch nicht gebildet ist, wie in die *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe sich fortsetzt, und gewinnt es so den Anschein, als ob der Schmelz unter der *Membrana praeformativa* sich bilde. Nach den neuesten Untersuchungen von *Tomes* (Mikr. Journ. XV.) jedoch darf es als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, dass das von *Huxley* beobachtete Häutchen ein Kunsterzeugniss und nichts als die äusserste Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes ist, wie ich es schon in meiner Abhandlung über Cuticularbildungen (Würzb. Verh. VII. p. 98) vermuthungsweise ausgesprochen habe. Diess vorausgesetzt, entscheidet sich dann, wie mir scheint, die Frage nach der Entwickelung des Schmelzes nicht schwer. Dass derselbe aus einer Verknöcherung der Schmelzzellen selbst hervorgehe, welcher Auffassung auch *Tomes* huldigt, halte ich aus dem Grunde für unmöglich, weil diese Zellen in allen Stufen der Schmelzbildung und namentlich auch dann noch, wenn derselbe ganz fertig ist, in ganz derselben Weise vorhanden sind, und scheint mir somit die von mir vorgetragene Ansicht, nach welcher der Schmelz nach Art der Cuticularbildungen von den Schmelzzellen ausgeschieden wird, viel mehr für sich zu haben. Für diese Auffassung spricht ausser dem angegebenen auch noch der Umstand, dass der Schmelz nach dem Ausziehen der Erdsalze nichts hinterlässt, was als zellige Grundlage desselben anzusehen wäre. Bestände derselbe wirklich aus verkalkten Zellen, so müssten diese, so scheint es, doch nachzuweisen sein.

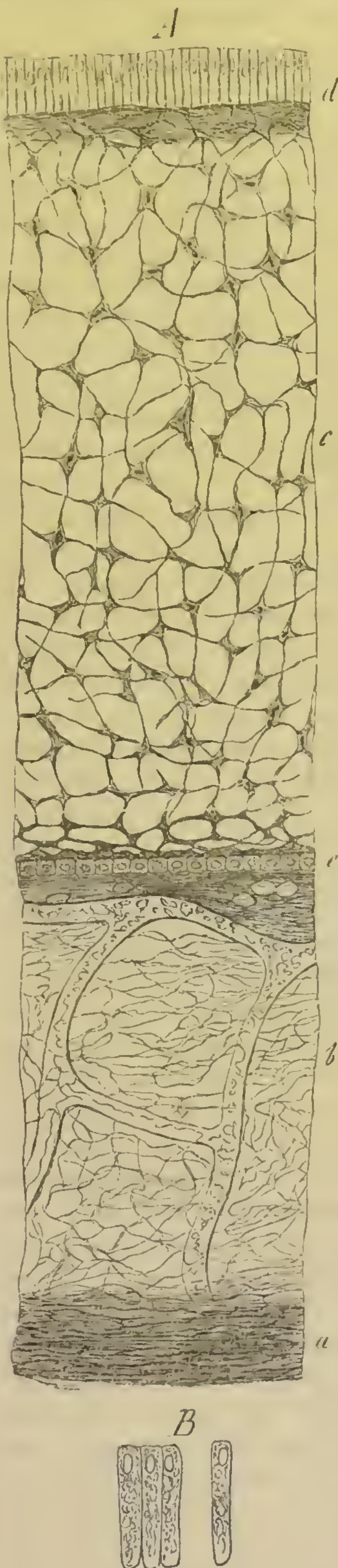


Fig. 228.

Bei der Bildung des Elfenbeines betheiligt sich ähnlich wie beim Schmelze nicht die ganze Pulpa, sondern nur die äusserste epitheliumartige Zellenschicht derselben, und bestreite ich, dass die ganze Pulpa ohne Weiteres von aussen nach innen fortschreitend in Elfenbein sich verwandelt und ossificirt, bin vielmehr der Ansicht, dass dieselbe nur dadurch für die Zahnbeinbildung von Wichtigkeit ist, dass sie die Gefässe trägt, die den Elfenbeinzellen ihr Wachsthum möglich machen. Ihre Verkleinerung ist auch, ohne dass man sie von aussen nach innen ossificiren lässt, sehr leicht gedenkbar und geschieht, ähnlich der Abnahme des Inhaltes der weiten *Havers*'schen Kanälchen fötaler Knochen bei der Blätterbildung an den Wänden dieser Kanälchen, durch eine allmähliche Aufsaugung ihres ebenfalls weichen und von vielen Säften durchzogenen Gewebes, ohne dass eine sehr ausgedehnte Zurückbildung ihrer Gefässe angenommen zu werden braucht.

Fig. 228. *A.* Durchschnitt des Schmelzorganes aus dem Säckchen eines Backzahnes des Neugebornen, 250mal vergr. *a.* Aeussere dichte Lage des Zahnsäckchens, *b.* innere weiche gefässhaltige Lage des Zahnsäckchens mit einem etwas dichteren Gewebe gegen das Schmelzorgan, *c.* Schwammgewebe, *e.* äusseres Epithel, *d.* inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran. *B.* Vier Zellen der Schmelzmembran, 350mal vergr.

Die Bildung des Elfenbeines aus den Elfenbeinzellen anlangend, so ist sicher, dass kein anderes Gewebe als die Zellen zur Bildung desselben etwas beiträgt, und ist *Huxley* vollständig auf einem unrechten Wege, wenn er behauptet, dass kein histiologisches Element der Pulpa an der Zahnbildung sich betheilige. Die Art und Weise, wie die genannten Zellen sich umwandeln, scheint endlich, nachdem dieselbe so lange Sache des Zweifels war, durch die Untersuchungen von *Lent* ihrem Abschlusse nahe gediehen zu sein.

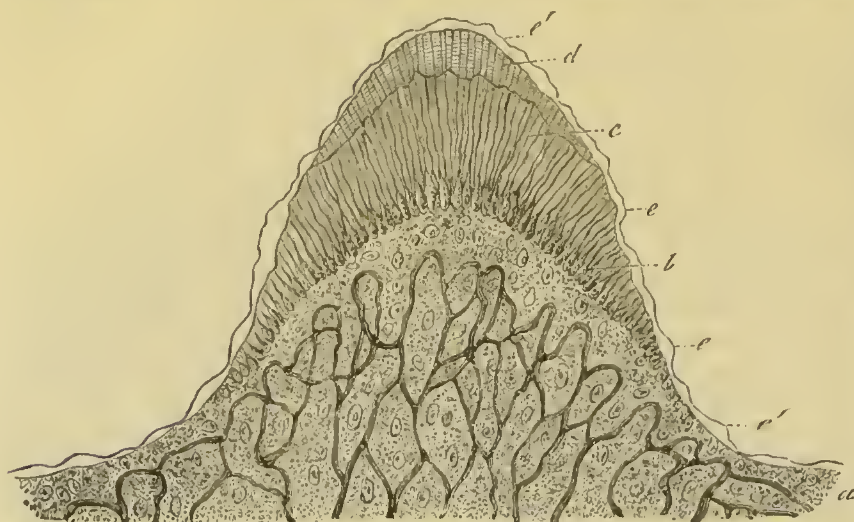


Fig. 229.

Vor einigen Jahren entdeckte ich an den menschlichen Elfenbeinzellen fadige, in das junge Zahnbein sich erstreckende Ausläufer, die ich vermuthungsweise als Zahnkanälchen, d. h. Zahnfasern deutete, doch gelang es mir damals nicht, diese Vermuthung zur Gewissheit zu erheben. Durch *Lent* ist diess nun geschehen, indem es ihm glückte, an sich entwickelnden, in Salzsäure bis zum Zerfallen erweichten Zähnen die fraglichen Zellen mit vollständigen Zahnfasern für sich darzustellen, und so glaube ich nun mit *Lent*, dass die Bildung des Zahnbeines in folgender Weise aufgefasst werden muss:

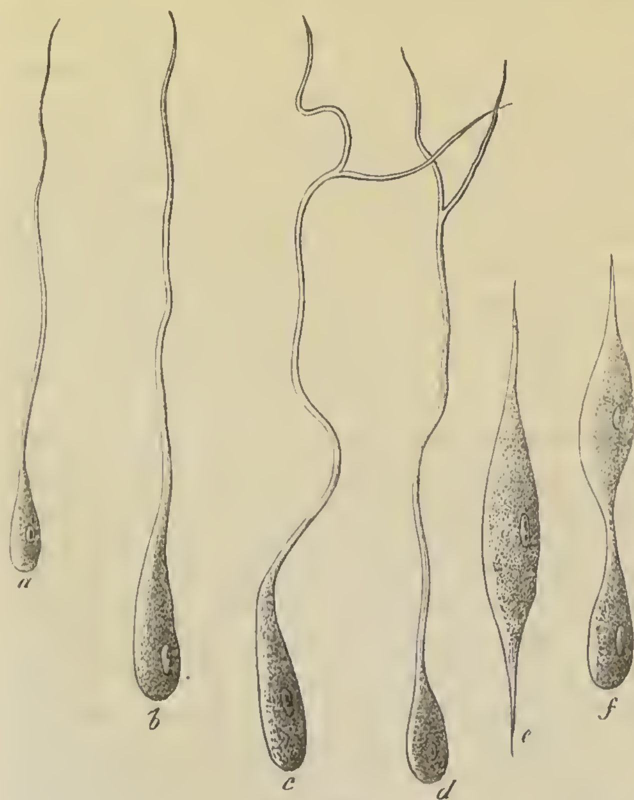


Fig. 230.

1) Die Zahnfasern sind unmittelbare Ausläufer der ganzen Elfenbeinzellen, welche Ausläufer je nach dem noch untergeordnete Zweigchen treiben und durch dieselben untereinander sich verbinden. Nach Allem, was man sieht, scheint in vielen Fällen eine einzige Zelle auszureichen, um eine ganze Zahnfaser oder wenigstens ein sehr grosses Stück einer solchen zu bilden. Ich schliesse diess daraus, weil man an sich bildenden Zahnfasern nie Spuren einer Entstehung derselben aus Zellenreihen, wie hintereinander liegende Anschwellungen oder Kerne, findet, ferner weil man,

Fig. 229. Durchschnitt der Spitze eines menschlichen fötalen Backzahnes, an dem die Bildung des Zahnbeins und des Schmelzes seit Kurzem begonnen hat. *a*. Zahnpulpe oder Zahnkeim mit den Gefässen, *b*. sogenannte Elfenbeinmembran, bestehend aus den Elfenbeinzellen, *c*. fertiges Elfenbein, *d*. fertiges Schmelz, *e*. hautartige Schicht, nach *Huxley Membrana praeformativa*, die nach Behandlung mit Essigsäure sich ablöst. Nach *Lent*.

Fig. 230. Elfenbeinzellen mit Fortsätzen, den sogenannten Zahnfasern: *a*. vom Menschen, *b*—*f*. vom Pferde, *c*. und *d*. mit Veräslelungen, *e*. Zelle mit zwei Fortsätzen, *f*. zwei verbundene Zellen oder eine sich theilende Zelle. Nach *Lent*.

wie ich schon früher angab (Mikr. Anat. Fig. 209), an den Elfenbeinzellen sehr häufig in einer reichlichen Wucherung ihrer Kerne die deutlichsten Zeichen eines sehr lebhaften Wachsthumes erkennt. Demzufolge nehme ich an, dass die Elfenbeinzellen, indem sie einerseits aus den Gefässen der Pulpa immer neuen Bildungsstoff aufnehmen, und hierdurch in immer gleicher Grösse sich erhalten, auf der andern Seite durch ein lebhaftes Spitzenwachsthum immer längere verästelte Ausläufer, eben die Zahnfasern, hervorbringen. Uebrigens will ich nicht behaupten, dass in allen Fällen Eine Zelle in der Form, wie sie von Anfang an besteht, zur Erzeugung einer ganzen Zahnfaser ausreicht, weil auch eingeschnürte Elfenbeinzellen vorkommen (s. Fig. 230, die letzte Zelle rechts). In solchen Fällen wird vielleicht der ganze an das Elfenbein stossende Theil des Zellenkörpers nach und nach zur Verlängerung des Zahnkanälchens aufgebraucht und verschwindet als solcher, während sein Kern aufgesaugt wird, und halte ich es selbst für gedenkbar, dass solche Abschnürungen der Elfenbeinzellen sich mehrmals wiederholen, doch bliebe auch so das Gesetz bestehen, dass Eine Elfenbeinzelle ein ganzes Zahnkanälchen liefert, indem solche Anschnürungen nie von ihrer Mutterzelle sich lösen. Beachtung verdient, dass in gewissen Fällen Eine Elfenbeinzelle zwei Zahnbeinfasern zu treiben scheint, was ich aus Formen erschliesse, die an ihrem äussern Ende in zwei Fasern auslaufen (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 209), die ich beim Menschen gar nicht selten finde, und die neulich auch *Robin* und *Magitot* beschreiben (*Journ. de la Phys.* III. Pl. V. fig. 8).

2) Die Grundsubstanz des Zahnbeins entsteht nicht aus den Elfenbeinzellen, sondern ist entweder eine Ausscheidung dieser Zellen oder der Zahnpulpe, ähnlich einer Intercellularsubstanz. Da die Elfenbeinzellen an ihrem äussern Ende unmittelbar in die Zahnfasern sich ausziehen, und nicht, wie man bisher annahm, so auswachsen, dass die Zahnfasern nur als innere Theile derselben anzusehen wären, so ist es unmöglich, das Zahnbein unmittelbar von denselben abzuleiten. Da ferner die Elfenbeinzellen dicht aneinander liegen, und noch keine Zwischensubstanz zwischen sich enthalten, dieselbe vielmehr erst zwischen den auswachsenden Spitzen derselben auftritt, so geht es auch nicht wohl an, dieselbe unmittelbar aus der Pulpa abzuleiten, und bleibt nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass sie unter Vermittelung der Elfenbeinzellen sich bildet. Man könnte nun daran denken, dieselbe in die gleiche Beziehung zu den Zellen zu setzen, wie die Knorpelcapseln zu den Zellen der Knorpel und annehmen, dass jede Elfenbeinzelle an ihrer auswachsenden Spitze durch Ausscheidung eine Röhre von leimgebender Substanz erzeuge, welche dann, indem sie ossificire, mit den benachbarten Röhren verschmelze, so dass dann die Grundsubstanz einzig und allein aus diesen äussern Umhüllungen der Zahnkanälchen gebildet wäre; allein ich muss bekennen, dass ich keine einzige Thatsache namhaft zu machen im Stande bin, die für diese Auffassung spräche, indem die Grundsubstanz auch bei ihrem allerersten Auftreten eine durchaus gleichartige Masse ist, nie eine Spur einer Zusammensetzung aus Röhren darbietet und auch durch kein Mittel in solche zerfällt, und kann ich daher nicht anders, als die Grundsubstanz als eine durch alle Elfenbeinzellen gemeinsam gebildete Ausscheidung zu betrachten, die in keine besondere histiologische Beziehung zu den einzelnen Zellen und Zahnkanälchen tritt. Es versteht sich von selbt, dass auch für diese Bildung die Pulpa den Stoff liefert und die Zellen nur als Vermittler der Ausscheidung auftreten, etwa wie bei den Drüsen und Epithelien, doch wird man nicht umhin können, auch ihnen eine Rolle bei der Bildung derselben zuzuschreiben, die freilich vorläufig nicht näher zu bezeichnen ist.

Alles zusammen genommen ergibt sich, dass das Zahnbein einerseits in den Zahnfasern durch Umwandlung eines histiologischen Elementes der Pulpa, nämlich der Elfenbeinzellen entsteht, während andererseits die Grundsubstanz desselben als Ausscheidung dieser Zellen und der Gefässe der Pulpa, aufzufassen ist. Meine Auffassung steht somit in der Mitte zwischen der alten Excretionstheorie, nach der das ganze Zahnbein eine Ausscheidung der Pulpa ist, und der Umwandlungstheorie, welcher zufolge dasselbe einzig und allein aus gewissen histiologischen Elementen der Pulpa sich aufbaut. Dagegen muss ich die Ablagerungstheorie von *Huxley*, welche das Elfenbein ohne Betheiligung histiologischer Elemente in der Pulpa sich absetzen lässt, für ganz irrig erklären, mit einziger Ausnahme des Punktes, dass auch ich der Meinung bin, dass die Zahnbeinbildung unterhalb der *Membrana praeformativa* vor sich geht. — Uebrigens

will ich noch bemerken, dass bei Thieren, vielleicht auch pathologisch beim Menschen, auch eine Verknöcherung der innern Theile der Pulpa vorzukommen scheint, denn es findet sich auch ein gefässhaltiges Elfenbein (*Vasodentine Owen*) nach *Tomes* selbst beim Menschen, und fehlt in den Zähnen gewisser Thiere die Pulpa ganz. In solchen Fällen ossificirt wohl die Pulpa einfach wie Bindegewebe, womit auch ganz gut stimmt, dass die *Vasodentine* gewöhnlichem Knochen viel ähnlicher ist als dem Elfenbein.

Bei der Verknöcherung des Zahnbeines findet, wenigstens beim Menschen, in das eben entstandene, histiologisch ausgebildete, aber noch wenig erhärtete Zahnbein die Ablagerung von Kalksalzen häufig in der Weise statt, dass das Ganze aus getrennten Kugeln zu bestehen scheint. Diese Kugeln, die man sowohl an den ersten Zahnscherbchen als auch in späteren Zeiten sieht, am besten am Wurzelrande eines grösseren Zahnes, den man von der äusseren Seite betrachtet, verschwinden später, wenn die Zahnbildung regelrecht vor sich schreitet, indem sich auch zwischen sie Kalkerde ablagert, so dass das Zahnbein ganz gleichartig und heller wird; im entgegengesetzten Falle bleiben dieselben in grösserer oder geringerer Zahl stehen und enthalten die Räume zwischen ihnen, die nichts anderes als die oben berührten Interglobularräume sind, unvollständig verknöcherte Zahnsubstanz.

Die Cementbildung geht meinen Erfahrungen zufolge von dem Theile des Zahnsäckchens aus, der zwischen der Pulpa und dem Schmelzorgane sich befindet, und beginnt schon vor dem Durchbruche der Zähne, sobald die Wurzel sich anzulegen beginnt. Um diese Zeit verlängert sich das Zahnsäckchen in seinem unteren Theile, legt sich an die sich bildende Wurzel dicht an, und entwickelt in gleicher Weise, wie das Periost beim Dickenwachsthume der Knochen, in seinen innersten Theilen aus seinen Elementen ein weiches Gewebe, das dann sofort ossificirt. Die ersten Spuren des Cementes, das mithin genau genommen ebensowenig durch Verknöcherung des Zahnsäckchens selbst sich bildet als die Rindenschichten der Knochen durch Verknöcherung des Periostes, sah ich bei Neugeborenen in Form kleiner Scherbchen von länglicher oder rundlicher Gestalt, die am Elfenbeine der noch ganz kurzen Wurzel fest anhafteten und gerade so sich ausnahmen, wie sich bildende Knochensubstanz an Schädelknochen. Die kleinsten zeigten deutliche Knochenhöhlen und eine leicht gelbe Färbung, waren aber noch ganz weich und durchsichtig, und gingen an den Rändern unmerklich in ein ganz helles zellenführendes Gewebe über; an grösseren waren die Ränder ebenso, aber die Mitte schon dunkler und fester, und so fanden sich alle Uebergänge bis zu solchen, die schon wirklicher Knochen waren, ohne dass eine Ablagerung von Kalkkrümeln statt fand. Indem nun nach Maassgabe der Verlängerung der Wurzel immer neue solche Knochenscherbchen auftreten, fliessen dieselben allmählich, von oben nach unten, zu einer einzigen Lage zusammen, an die dann von aussen her immer auf dieselbe Weise noch so viel sich anlegt, als nöthig ist, um die ganze Dicke des Cementes zu erzeugen. — Auch vom Cemente behauptet *Huxley*, dass dasselbe unter der *Membrana praeformativa* sich bilde, ohne zu sagen wie. Da seine Annahme mit der, wie wir sahen, nicht stichhaltigen Annahme, dass die *Membrana praeformativa* den Schmelz bekleide, zusammenhängt, so ist es nicht nöthig, weiter auf dieselbe einzugehn.

Das Schmelzoberhäutchen kann, wie die Sachen jetzt stehen, nicht mehr als die *Membrana praeformativa* angesehen werden, vielmehr bleibt nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass nach beendeter Schmelzbildung die Schmelzzellen noch eine zusammenhängende Schicht als Bekleidung des Ganzen liefern, ein Vorgang, für den unter den Cuticularbildungen niederer Thiere zahlreiche Analogieen sich finden. Bei dieser Auffassung kommt das Schmelzoberhäutchen mit den zellenlosen Cementlagen so ziemlich auf eine Linie zu stehen, und kann es dann nicht mehr befremden, dass in manchen Fällen zwischen beiden keine scharfe Grenze besteht und der ganze Zahn äusserlich von einer gleichartigen verkalkten Schicht bekleidet ist.

Werfen wir zum Schlusse noch einen Blick auf die verschiedenen Gewebe des Zahnes und die Stellung derselben zueinander, so zeigt sich, dass dieselben, obschon in gewissen Beziehungen übereinstimmend, doch nicht in Eine Abtheilung zu bringen sind. Zahnbein und Cement stehen einander viel näher als dem Schmelze, und ist das Elfenbein einfach ein Knochengewebe, dessen Grundsubstanz reine Intercellularsubstanz ist, und dessen Zellen zu langen verästelten Fasern sich umgewandelt haben. Es kommen sich auch in manchen Fällen Cement oder Knochen und Zahnbein sehr

nahe, dann nämlich, wenn einerseits letzteres von zahlreichen *Havers*ischen Kanälen durchzogen ist und sternförmige Knochenzellen enthält, andrerseits ersteres entweder sehr in die Länge gezogene Zellen mit zahlreichen Ausläufern und ebenfalls Gefässkanäle besitzt, oder neben spärlichen Zellen viele gleichlaufende Kanälchen wie Zahnröhrchen führt, und wird es begreiflich, dass die Zahnkanälchen häufig mit den Knochenzellen des Cementes sich verbinden. Auch in der Art und Weise des Wachsthumes stimmt das Elfenbein sehr mit dem Cemente und den Knochen überhaupt überein, und lässt sich die Pulpa dem Perioste, und die Elfenbeinzellen der wuchernden Zellenlage an diesem vergleichen. Der Schmelz kann noch am besten als ein Zahnbein angesehen werden, das keine Röhrchen enthält, ähnlich dem, das in den äussersten Schichten der Fischzähne sich findet, und stimmt derselbe mit der Grundsubstanz des Zahnbeines wenigstens darin überein, dass er durch Ausscheidung von Zellen sich bildet. Kommen Kanäle im Schmelze vor, so gleicht derselbe dem Zahnbeine beträchtlich, allein diese Kanäle sind entweder Verlängerungen der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein (*Tomes*) oder durch Aufsaugung entstandenen Höhlungen. Mit dem Cemente hat der Schmelz meist keine Aehnlichkeit, doch gibt es ein gleichartiges Cement mit einer undeutlichen Querstreifung, das wenigstens äusserlich dem Schmelze etwas ähnlich sieht und vielleicht auch in der Entwickelung demselben nahe steht. — Nimmt man auf die Bedeutung der Theile Rücksicht, von denen aus sich die verschiedenen Gewebe bilden, so ist das Zahnbein, als in dem gefässreichen Theile der Mundmucosa entstehend, eine ächte Schleimhautbildung, der Schmelz ein Epithelialgebilde und das Cement eine von der Schleimhaut gelieferte Belegungssubstanz.

Ueber die Entwickelung der Zahngewebe hat in neuester Zeit *Hannover* sehr abweichende Ansichten geäussert, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Ausgefallene bleibende Zähne ersetzen sich in Ausnahmefällen durch eine dritte Dentition, doch bleiben nicht selten Milchzähne über ihre Zeit hinaus stehen und muss man sich davor hüten, einen spät hervorkommenden zweiten Zahn für einen dritten zu nehmen. Ausgezogene Zähne lassen sich wieder einpflanzen (in 15 Monaten war ein ausgezogener Eckzahn der obern Kinnlade wieder vollkommen befestigt). Pathologisch bilden sich Zähne vorzüglich im Ovarium, aber auch anderwärts. Brüche von Zähnen können, sofern sie innerhalb der Alveolen statthaben, durch unvollkommenes Zahnbein oder Cement heilen, dagegen findet sich eine Wiedererzeugung von abgenutzten Theilen nur bei den Geschöpfen (Nagethiere z. B.), bei denen die Zähne beständig wachsen. Hypertrophien des Cementes, sogenannte Exostosen, ferner Zahnbein- und Cementbildungen an den Wänden der Pulpahöhle und Ossification der Pulpa selbst sind äusserst häufig und Folge von chronischen Entzündungen des Periostes und des Zahnkeimes. Nach *Salter* findet sich bei jedem Verluste des Zahnbeines an seiner äussern Fläche, auch dem durch die Abnutzung der Zähne beim Kauen bedingten, ein Ersatz durch Bildung von neuen Schichten von der Zahnhöhle aus. Ein theilweises Schwinden der Wurzeln wird nicht selten beobachtet. Necrosis der Zähne findet sich, wenn das Periost vom Zahne gelöst oder die Pulpa abgestorben ist, und werden dabei die Zähne rauh und dunkel bis schwarz, bis sie ausfallen. Was die Zahncaries ist und was sie veranlasst, ist zweifelhaft. Dieselbe greift lebende und falsche Zähne an (*Tomes*) und beginnt immer aussen von der Schmelzmembran aus (*Ficinus*), wesshalb man auch den Mundflüssigkeiten einen sehr wesentlichen Antheil an derselben zugeschrieben hat, ohne jedoch behaupten zu wollen, dass nicht bei lebenden Zähnen der eine mehr dazu geneigt sein könne als der andere, sei es nun, dass seine chemische Zusammensetzung oder die Art des Stoffwechsels ihn minder widerstandsfähig mache. Auf jeden Fall ist die Caries nicht eine einfache Auflösung der Salze durch die Mundflüssigkeiten, sondern geht eine faulige Zersetzung der organischen Theile des Zahnes, die von einer Entwickelung von Infusorien und Pilzen begleitet ist, mit der erstern Hand in Hand; ja es scheint selbst die letztere, nach den Mittheilungen von *Ficinus*, die erste Rolle bei derselben zu spielen, indem die Zähne vorzüglich von den Stellen aus cariös werden, wo den genannten Organismen Gelegenheit gegeben ist, sich ruhig zu entwickeln, wie in Rissen und Grübchen des Schmelzes, in den Vertiefungen der Backzähne, in den Spalten zwischen den Zähnen, nicht aber da, wo das Zahnbein ganz entblösst ist, wie an der Kau-

fläche, an gefeilten Stellen u. s. w. — Der Fortgang der Caries ist der, dass das mit wuchernden Organismen (einem Infusorium, ähnlich einem Vibrio, das *Ficinus* Denticola nennt, den Fäden, die auch auf der Zunge sich finden, die *Ficinus* mit Unrecht mit den Denticolae zusammenbringt, Fadenpilzen [*Erdl, Klenke, Tomes*, ich]) besetzte missfarbige Schmelzoberhäutchen zuerst seiner Kalksalze verlustig geht und dann in eckige zellenartige Stückchen zerfällt, wie wenn es mit Salzsäure behandelt worden wäre. Dann schreitet derselbe Vorgang durch den Schmelz auf das Zahnbein fort, immer zuerst denselben erweichend, so dass er nur noch 10 pCt. Asche enthält (*Ficinus*), und dann ihn zersetzend. Das Zahnbein leidet hierbei mehr als der Schmelz und füllen sich seine Röhrchen zuerst mit der aus der Zersetzung hervorgehenden Flüssigkeit, die bis zur Pulpa geleitet werden und Schmerzen erzeugen kann, wenn nicht, wie *Tomes* fand, die Zahnröhrchen im angrenzenden Gesunden durch Niederschläge verwachsen oder die Pulpa durch an den Wänden der Zahnhöhle neu sich bildende Zahnbeinmassen geschützt wird (*Ficinus, Tomes*). Später bildet sich in den Röhrchen ein bräunlicher Niederschlag und dann zerfällt das Gewebe zwischen denselben ganz. So schreitet die Zerstörung immer weiter, bis schliesslich die Krone zusammenbricht, und auch die Wurzel sich auflöst und endlich ausfällt. — In der Gelbsucht färben sich die Zähne nicht selten leicht gelb, hie und da fast so stark wie die Haut, und bei Erstickten sollen dieselben manchmal roth sein, was beides nur durch Uebergang der Farbstoffe der Galle und des Blutes in die Zahnfasern zu erklären ist. In der Rachitis bleiben die Zähne frei. — In dem Schleime an den Zähnen wuchern immer viele von den fadenförmigen Pilzen, die soeben erwähnt wurden, in einer feinkörnigen Matrix, die Schleimkörperchen oder Epitheliumplättchen umgibt, ausserdem finden sich die Infusorien der cariösen Zähne und erdige Niederschläge der Mundflüssigkeiten. Sammelt sich dieser Schleim in grösseren Mengen an, so erhärtet er und bildet den Weinstein der Zähne, der nach *Berzelius* besteht aus: Erdphosphaten 79.0, Schleim 12.5, Ptyalin 1.0, organischer Materie löslich in Salzsäure 7.5.

Zur Untersuchung der Zähne dienen feine Schliffe und in Salzsäure erweichte Präparate. Um erstere schön zu erhalten, ist es durchaus nöthig, nur junge und frische Zähne zu verwenden, da sonst namentlich der Schmelz abspringt. Man entnimmt mit einer feinen Säge einen beliebigen Längs- oder Querschnitt und schleift denselben erst auf einem gröberen, dann auf einem amerikanischen Schleifsteine so dünn als möglich; dann reinigt man den Schliff, polirt ihn zwischen zwei Glasplatten, bis seine Oberfläche möglichst glatt und glänzend ist, und zieht ihn noch mit Aether aus, um anhängende Unreinigkeiten zu entfernen. Ist derselbe gut polirt und getrocknet, so sind alle Zahnröhrchen und Knochenhöhlen mit Luft gefüllt und kann der Schliff ohne weitere Zusätze unter einem Glasplättchen, das mit einem dicken und leicht festwerdenden Firnisse fest gemacht wird, aufbewahrt werden. Solche polirte Schliffe sind allen anderen vorzuziehen, welche ihrer unebenen Oberfläche wegen mit verschiedenen Flüssigkeiten wie Canadabalsam, Terpentinöl u. s. w. bedeckt werden müssen, um bei starken Vergrösserungen untersucht werden zu können. Es dringt nämlich fast immer etwas von diesen Flüssigkeiten in die Zahnröhrchen ein, und werden dieselben dann ganz hell und in ihren feineren Verästelungen undeutlich oder unsichtbar. Nur wenn ein Firniss recht dickflüssig ist, kann er noch dienen, sonst nicht. Beim Dünnschleifen von Zahnsegmenten kann man dieselben auch mit Canadabalsam auf ein Glasplättchen festkleben, und so zuerst mit einer Seite auf einem Steine schleifen und poliren und dann, indem man den Schliff im erwärmten Balsame umwendet und wieder fest macht, auf der andern Seite. Wird der fertige Schliff mit Aether ausgezogen und getrocknet, so ist er ebenso schön wie ein nur in Wasser bereiteter. — Zwei mittlere senkrechte Schliffe von vorn nach hinten, und von rechts nach links, und Querschnitte durch die Wurzel und Krone genügen, um die wichtigsten Verhältnisse zu sehen, doch sollte man auch noch Schliffe haben, die die Oberfläche der Zahnhöhle und des Cementes, und die des Schmelzes zeigen, ferner verschiedene schiefe Schnitte und auch Querschnitte durch die Anfänge der Röhrchen der Wurzeln für die Verbindungen ihrer Zweige. Der Zahnknorpel ist durch Erweichen in Salzsäure leicht darzustellen, nur dauert es je nach der Concentration der Säure und der Erneuerung derselben mehr oder weniger lang, in stärkerer Säure 3—4 Tage, in verdünnter 5—8. Will man einen ganzen Zahn so weich haben, dass die Fasern sich einzeln darstellen, so muss man ihn etwa acht

Tage in starker Salzsäure liegen lassen; bei dünnen Schnitten von Zahnknorpel genügen hierzu 12—24 Stunden Behandlung mit Schwefel- und Salzsäure, und einige Stunden mit verdünntem Natron und *Kali causticum*. Sehr lehrreich ist es auch, dünne Zahnschliffe in Säure zu erweichen und von Zeit zu Zeit, indem man sie auf untergeschobene Glasplättchen bringt, zu untersuchen, bis sie ganz verfallen. — Schmelzprismen stellt man leicht an sich bildendem Schmelze dar, die Querlinien sieht man bei Betupfen mit Salzsäure am besten, die Querschnitte der Prismen auch an Längsschliffen in gewissen Schichten ziemlich gut. — Die erste Entwickelung untersucht man an Embryonen von 2, 3—4 Monaten mit der Lupe oder dem einfachen Mikroskope und auf Querschnitten der in Spiritus oder Chromsäure erhärteten Theile, den Bau des Zahnsäckchens und die Bildung der Zähne an solchen von 4, 5 und 6 Monaten und an Neugebornen, an frischen Stücken und, wenn man die Verhältnisse des Schmelzorganes kennen lernen will, auch an erhärteten Theilen, an denen auch der Bau des letzteren sich gut erhält. — Die Pulpa fertiger Zähne gewinnt man beim Zersprengen derselben in einem Schraubstocke, und ihre Nerven sieht man am besten bei Zusatz von verdünntem Natron.

Literatur der Zähne. *L. Fränkel, De penitiori dentium humanorum structura observationes.* Vratislav. 1835; *A. Retzius*, Bemerkungen über den innern Bau der Zähne, in *Müll.* Arch. 1837; *J. Tomes, A course of lectures on dental physiology and surgery.* London 1848; *R. Owen, Odontography.* London 1840—45. 1 Vol. mit Atlas von 150 Tafeln, und *Article Teeth*, in *Cyclopaedia of Anatomy.* IV. p. 864; *Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in *Müll.* Arch. 1849. S. 403; *J. Czermák*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Zähne, in Zeitschr. f. w. Zool. 1850. Bd. II. S. 295; *Arnold*, in der Salzburger med. Zeitung 1851. S. 236; *Raschkow, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem.* Vratislav. 1835; *Goodsir*, in *Edinb. med. and surg. Journal* 1838. Nr. XXXI. 1. und Fr. N. Not. Nr. 199, 200, 202, 203; *Marcusen*, Ueber die Entwickelung der Zähne der Säugethiere, aus dem *Bulletin phys.-math.* VIII. Nr. 20. Petersburg 1850; *Huxley, On the development of teeth and on the nature and import of Nasmyth's persistent capsula*, in *Quart. Journal of microsc. scienc.* III. p. 149; *On the enamel and dentine of the teeth*, ibidem 1855. X. p. 127; *On Hannover's paper on the teeth*, ibidem XIX. 1857; *Lent*, Beiträge zur Entwickel. d. Zahnbeines u. Schmelzes, in Zeitschr. f. w. Zool. VI. Heft 1; *A. Pander, De dentium structura.* Petrop. 1856. *Diss.*; *J. Tomes, On the presence of soft tissue in the dentinal tubes*, in *Phil. Trans.* 1856. p. 515; *On certain conditions of the dental tissues*, in *Quart. Journal of microsc. scienc.* XIV. XV. 1856; *Hannover*, Die Entwickel. und der Bau des Säugethierzahnes. Breslau u. Bonn 1856 (aus den Nov. Act. Ac. Nat. Cur.); *H. J. Halbertsma, Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde der tanden.* Amsterd. 1856; *S. J. A. Salter, On certain appearances occurring in dentine*, im *Micr. Journal* 1. p. 152; *On the intrinsic calcification of the permanent toothpulp*, in *Guy's hospital reports.* 3. Ser. Vol. I; *Papers on dental Pathology*, in *Trans. of the Pathol. Society* 1854 u. 1855; *On Dentine of repair; E. Magitot, Études sur le développement et la structure des dents humaines.* Paris 1858, und *Compt. rend.* 1860. 27. Févr.; *N. Guillot, Recherches sur la genèse et l'évolution des dents et des machoires*, in *Annal. d. sc. natur.* 2. Sér. T. IX. p. 277; *G. Rainey, On the structure and mode of formation of the dental tissues*, in *Quart. Journal of microsc. scienc.* 1859. p. 212; *Jolly. Sur le développement des dents et des machoires*, in *Annal. d. sc. natur.* T. XI. 1859. p. 151; *Robin et Magitot, Mém. sur la genèse et le développ. des follic. dentaires*, in *Journ. de la phys.* III. p. 1, 300, 663. IV. 60; *Gaz. méd.* 1860. Nr. 12, 16, 22; 1861. Nr. 2; *Fürstenberg*, in *Müll.* Arch. 1857. 1. — Ueber die Zahncaries sind zu vergleichen: *Erdl*, in Allgem. Zeitung für Chirurgie von *Rohatsch*, 1843. Nr. 19; *Ficinus*, im Journal für Chirurgie von *Walther* und *Ammon*, 1846. S. 1; *Klenke*, Die Verderbniss der Zähne. Leipzig 1850. — Die vergleichende Anatomie der Zähne findet sich in Bezug auf mikroskopische Verhältnisse abgehandelt in den citirten Werken von *Owen* und *Retzius*, dann bei *Erdl*, in den Abhandlungen d. math.-phys. Classe d. Kön. Bayer. Akad. Bd. III. Abth. 2; *Tomes*, in den *Philos. Transactions*, 1849, 50. (*Marsupialia* und *Rodentia*); *Agassiz*, in den *Poissons fossiles*; *Henle* und *J. Müller*, Systemat. Beschreibung der Plagiostomen. 1838.

III. Von den Schlingorganen.

1. Schlundkopf (Pharynx).

§. 149

Mit dem Schlundkopfe, *Pharynx*, beginnt der Darm selbständiger zu werden und eine besondere Lage quergestreifter Muskeln, die *Constrictores* und *Levatores*, anzunehmen, die jedoch noch nicht rings um denselben herumgeht und auch noch grösstentheils von Knochen entspringt. Die Dicke der Wände des *Pharynx* von 2‴ im Mittel beruht einem guten Theile nach auf dieser Muskelschicht, die aussen von einer straffen Faserhaut aus Bindegewebe und elastischen Fasern umhüllt wird, und innen durch eine Schicht von Unterschleimhautgewebe von der Schleimhaut sich scheidet. Diese letztere ist blasser als die der Mundhöhle, und in der obern und untern Hälfte des *Pharynx* in ihrem Baue ziemlich verschieden. An letzterem Orte, d. h. unterhalb der *Arcus pharyngo-palatini* oder in der Gegend, durch welche die Speisen treten, besitzt dieselbe ein Pflasterepithelium von demselben Baue und der nämlichen Dicke wie die Wandungen der Mundhöhle, oberhalb derselben dagegen, mithin an der hintern Fläche des weichen Gaumens vom scharfen Rande desselben an, an der obern Seite des Zäpfchens, im Umkreise der Choanen und Ohrtrompeten und am Rachengewölbe ein Flimmerepithelium mit denselben Eigenschaften, wie in der Nasenhöhle und dem Kehlkopfe, auf dessen später folgende Beschreibung verwiesen wird. In diesem obern oder respiratorischen Abschnitte ist die Schleimhaut auch röther, dicker und drüsenreicher als im untern, sonst aber so ziemlich gleich gebaut, mit der einzigen Ausnahme, dass hier keine Papillen sich finden, welche jedoch auch in dem untern Abschnitte stellenweise sehr unentwickelt und spärlich sind, und selbst ganz zu fehlen scheinen. Verglichen mit der Mundhöhle, finde ich in der Mucosa des *Pharynx* viel mehr und stärkeres elastisches Gewebe, das in den tiefern Lagen zusammenhängende, sehr dichte elastische Häute bildet.

Von Drüsen enthält der *Pharynx* zweierlei: einmal gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen (siehe oben §. 138) und zweitens Balgdrüsen. Die ersten von ⅓—1‴ Grösse und mit deutlichen Mündungen finden sich besonders im obern Theile des *Pharynx*, wo sie an der hintern Wand, in der Nähe der *Ostia pharyngea* der *Tubae Eustachii* und an der hintern Fläche des *Velum* eine ganz zusammenhängende Schicht bilden, weiter unten um so spärlicher, je näher man der Speiseröhre kommt. — Balgdrüsen und zwar einfache sowohl als auch zusammengesetzte, analog den Tonsillen, bietet das Schlundkopfgewölbe dar. Ich finde da, wo die Schleimhaut fest an die Schädelbasis befestigt ist, beständig eine bis zu vier Linien dicke und von einer Tubaöffnung bis zur andern sich erstreckende Drüsenmasse, die, abgesehen davon, dass die Grössenverhältnisse meist geringer sind, im Wesentlichen ganz den Bau der Tonsillen zeigt (siehe §. 140). Ausser dieser Drüsenmasse, die ich die Balgdrüse des Schlundes nennen will und die auch *Lacauchie* gesehen zu haben scheint (*Traité d'hydrotomie*. 1853. Tab. II. Fig. 10), deren grösste Einsackungen in der Mitte der Decke des

Pharynx und in den *Recessus* hinter den Tubenöffnungen sich finden, und die bei alten Leuten häufig erweiterte, mit eiterähnlichen Massen gefüllte Höhlungen zeigt, während sie bei Kindern und Neugebornen meist ebenso hyperämisch ist, wie die Tonsillen, kommen rings um die Mündungen der Tuben und auf denselben, ferner gegen die Choanen zu, an der hintern Seite des Gaumensegels und an den Seitenwänden des Schlundkopfes bis in die Höhe der *Epiglottis* mehr oder minder zahlreich kleinere und grössere Bälge vor, deren Grösse für Mündungen der Schleimdrüsen zu bedeutend ist, und die wahrscheinlich denselben Bau wie die einfachen Bälge der Zungenwurzel haben, und die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen aufnehmen.

Die Schleimhaut des *Pharynx* ist reich an Blut- und Lymphgefässen. Die ersten bilden oberflächlich ein mehr langgestrecktes Maschennetz, steigen aber auch als kurze Schlingen in die unentwickelten Papillen hinein. Die Nerven sind sehr zahlreich, bilden oberflächliche und tiefere Netze, erstere mit feinen hie und da sich theilenden Fasern von 0,001—0,0015‴, deren letzte Endigung nach den neuesten Untersuchungen von *Billroth* (l. i. c.) beim Kinde und bei Amphibien ein Netz blasser Fasern, von derselben Art, wie ich es aus der Haut der Maus beschrieb, darstellt, eine Beobachtung, die ich für den Frosch bestätigen kann. Bei Schildkröten sah *Billroth* in diesem Netze auch Ganglienzellen eingestreut, und *Remak* fand schon vor Jahren im *Plexus pharyngeus* wirkliche Ganglien.

2. Speiseröhre.

§. 150.

Die $1\frac{1}{3}$—$1\frac{3}{4}$‴ dicken Wände der Speiseröhre, *Oesophagus*, bestehen zu äusserst aus einer bindegewebigen Faserhaut mit ausgezeichnet schönen elastischen Fasern. Dann folgt eine $\frac{1}{4}$—1‴ dicke Muskelhaut mit einer äusseren 0,5‴ dicken Längsfaserschicht und einer innern Ringfaserhaut von 0,24–0,3‴, die, beide dicht aneinander gelegen, vom *Pharynx*, wo die Längsfasern mit zwei Bündeln aus dem sehnigen Ende des *Levator pharyngis internus* und mit einem dritten vom Ringknorpel aus sich entwickeln, bis zum Magen sich erstrecken, in dessen Muskeln sie sich zum Theil fortsetzen. Am obern Viertheile der Speiseröhre bis zum Eintritte in den Thorax sind diese Muskeln nur quergestreift und bilden deutliche hie und da

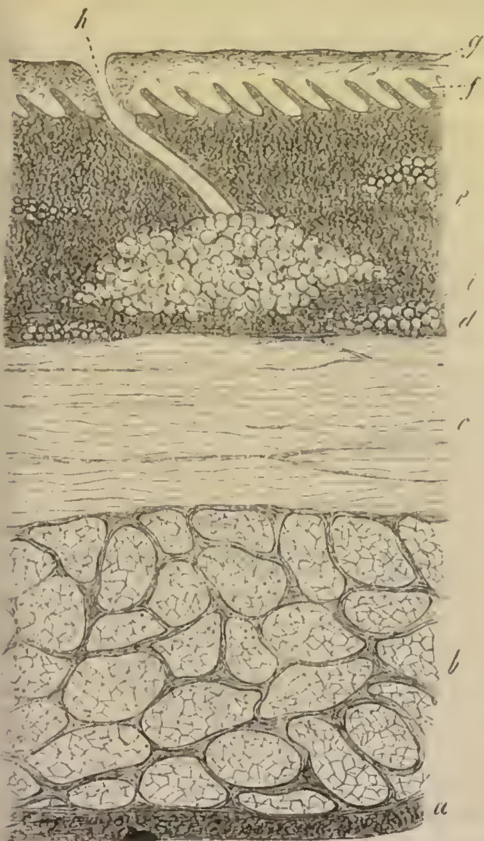


Fig. 231.

Fig. 231. Querschnitt der Speiseröhre des Menschen, aus der Mitte. Vergr. 50. *a.* Faserhülle, *b.* Längsmuskeln, *c.* Quermuskeln, *d. Tunica nervea*, *e.* Längsmuskeln der Mucosa, *f.* Papillen, *g.* Epithel, *h.* Mündung einer Schleimdrüse, *i.* Fettträubchen.

zusammenhängende Bündel von 0,04—0,24'''. Weiter unten treten, und zwar zuerst in der Ringfaserschicht, und dann auch unter den Längsfasern, glatte Muskelfasern von demselben Baue wie beim Darme (siehe unten) auf, die an Menge immer mehr zunehmen, bis schliesslich an den zwei untern Viertheilen ungemein vorwiegend glatte Muskulatur sich findet. Einzelne quergestreifte Fasern finden sich jedoch nach *Ficinus* bis zur *Cardia*, eine Angabe, die *Welcker* und *Schweigger-Seidel* an vier Speiseröhren nicht bestätigt fanden. Nach *Treitz* beginnen die glatten Längsfasern mit elastischen Fasern, die zwischen die quergestreiften Bündel sich einschieben; viele Längsbündel zweigen sich auch von der äussern Oberfläche der Speiseröhre ab und verlieren sich theils an den elastischen Fasern der äussern Hülle, theils an benachbarten Organen, wie namentlich an der hintern Wand der *Trachea*, am linken *Mediastinum (M. pleuro-oesophageus Hyrtl)*, an der *Aorta*, am linken *Bronchus (M. broncho-oesophageus Hyrtl)*. Zu innerst folgt, durch eine weisse nachgiebige Lage von submucösem Bindegewebe (*Tunica nervea* der Aelteren) von der Muskelhaut geschieden, die blassröthliche, nach unten weissliche Schleimhaut. Von der Gesammtdicke derselben von 0,36 — 0,45''' kommen 0,1 — 0,12''' auf ihr geschichtetes Pflasterepithelium, das denselben Bau zeigt, wie in der Mundhöhle, mit der Ausnahme jedoch, dass die wirklichen Epithelialplättchen wohl die Hälfte des Ganzen ausmachen und nach kurzer Erweichung in Wasser, an Leichen häufig ohne Weiteres, z. Th. mit den tieferen Lagen, in grossen weissen Fetzen sich abziehen. Die eigentliche Schleimhaut, im Mittel von 0,3''', besitzt zahlreiche, kegelförmige Papillen von 0,04 — 0,05''' Länge und besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern, in dem jedoch, wie ich gefunden habe, eine grosse Menge von längsziehenden glatten Muskelbündeln und ausserdem mehr vereinzelte Gruppen von gewöhnlichen Fettzellen und kleine traubenförmige Schleimdrüschen zu treffen sind. Nach *Henle* ist die *Muscularis mucosa* 0,2—0,3mm dick und bildet eine besondere Lage an der innern Grenze der Mucosa.

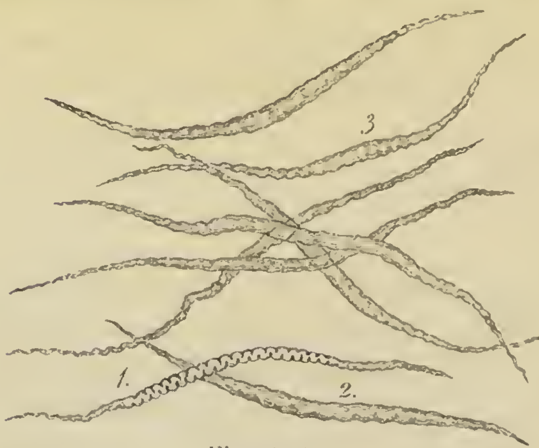


Fig. 232.

An Gefässen und Saugadern ist die Speiseröhre mässig reich, und bilden die ersteren in den Papillen einfache Schlingen und am Grunde derselben ein mässig weites Capillarnetz wie im *Pharynx*. Nerven sieht man auch in der Schleimhaut beim Menschen in bedeutender Anzahl mit feinen Fasern von 0,0012 — 0,0015''', ohne im Stande zu sein, ihre Endigungen zu verfolgen. Dagegen ist es mir beim Frosche gelungen, in der *Mucosa* dieselben Netze blasser, kernhaltiger feinster Nervenfasern nachzuweisen, wie im Schlunde. In der Muskelhaut finden sich bei diesem Thiere ähnliche Fäserchen, welche mit einzelnen Theilungen über grosse Bezirke sich verbreiten

Fig. 232. Muskulöse Faserzellen aus der *Oesophagus*schleimhaut des Schweines nach Behandlung mit Salpetersäure von 20 pCt., 150mal vergr.

und schliesslich frei enden, so dass jede Endfaser viele Faserzellen versieht. Nach *Remak* finden sich auch an den Speiseröhrennerven Ganglien.

In der Speiseröhre der Gans finden sich nach *Thiersch's* Entdeckung zahlreiche solitäre Follikel, die alle gut abgegrenzt zu sein scheinen.

Literatur. *C. Th. Tourtual*, Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846; *A. v. Szontágh*, Beitr. z. feineren Anatomie des menschlichen Gaumens, in den Sitzungsb. d. Wien. Akad. März 1856; *H. Welcker* und *Schweigger-Seidel*, Verbreitungsgrenzen der quergestreiften und glatten Muskulatur im menschlichen Schlunde, in *Virch.* Arch. XXI. 455; *Henle*, *Splanchnologie.*

IV. Vom Darm im engern Sinne.

§. 151.

Die zum Darme im eigentlichen Sinne gehörenden Theile sind die am freiesten gelagerten des ganzen *Tractus* und fast alle durch besondere Bänder, die Gekröse, *Mesenteria*, in der grossen, vom Bauchfelle ausgekleideten Bauchhöhle befestigt. Ihre Wände bestehen, mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Mastdarmes, überall aus drei Häuten, einer *Serosa*, dem *Peritonaeum*, einer *Muscularis* mit zwei, selbst drei Lagen und einer *Mucosa*, und enthalten in der letztern eine ungemeine Zahl von drüsigen Gebilden, die in drei Gruppen, traubenförmige Schleimdrüsen, Schlauchdrüsen und geschlossene Bälge, zerfallen.

§. 152.

Das Bauchfell, *Peritonaeum*, ist in seinem äussern oder parietalen Blatte bedeutend dicker und fester, als in seinem innern oder visceralen (hier 0,02—0,03‴, dort 0,04—0,06‴), zeigt jedoch an beiden Orten im Wesentlichen denselben Bau, und besteht vorzüglich aus Bindegewebe mit deutlichen, verschiedentlich sich kreuzenden Bündeln und zahlreichen Netzen elastischer Fasern, die im parietalen Blatte stärker sind. Ein subseröses lockeres Bindegewebe mit mehr oder weniger Fett verbindet das Bauchfell mit andern Organen oder, wie in den Gekrösen, einzelne Blätter desselben untereinander, ist jedoch unter dem visceralen Blatte, mit Ausnahme gewisser Stellen *(Colon, Appendices epiploicae)*, sehr wenig entwickelt oder selbst gar nicht nachzuweisen, wie in gewissen Bauchfellbändern. Die freie Fläche beider Bauchfellblätter wird von einem einfachen Pflasterepithelium überzogen, dessen leicht abgeplattete, vieleckige, kernhaltige Zellen 0,01‴ im Mittel betragen und so fest zusammengefügt sind, dass die freie Fläche der *Serosa* vollkommen glatt und wegen ihres stets leicht feuchten Zustandes auch glänzend erscheint.

Die Blutgefässe des *Peritonaeum* sind im Allgemeinen spärlich und noch am zahlreichsten in den Netzen und im visceralen Blatte, ferner im subserösen Gewebe, in welch' letzterem allein bis jetzt Lymphgefässe nachgewiesen sind. Wenig zahlreich sind auch die Nerven, die vorzüglich im Netze, den Gekrösen, am Zwerchfelle, in den Milz- und in den Leberbändern,

an den letzten Orten vom *Phrenicus* her (*Luschka*), im Begleite der Arterien, sich nachweisen liessen.

§. 153.

Muskelhaut des Darmes. Alle Theile des *Tractus* vom Magen bis zum Mastdarme besitzen eine besondere *Muscularis*, die jedoch nicht überall gleich sich verhält.

Am Magen ist die Muskelhaut nicht überall von gleicher Dicke, und zwar am *Fundus* ganz dünn ($^1/_4$ — $^1/_3$‴), in der Mitte ungefähr $^1/_2$‴, in der *Regio pylorica* endlich $^3/_4$, selbst 1‴ dick. Sie besteht aus drei, jedoch nicht vollständigen Schichten: 1) Längsfasern zu äusserst, einmal als Ausstrahlung eines Theiles der Längsfasern des *Oesophagus*, von dem aus die an der kleinen Curvatur bis zum *Pylorus* sich erstrecken, während die andern an der vordern und hintern Magenwand und an der obern Seite des *Fundus* frei auslaufen, dann auch als selbständige Fasern an der rechten Magenhälfte, von wo sie straff ausgespannt auf das *Duodenum* übergehen; 2) Ringmuskeln von der rechten Seite der *Cardia* an bis zum *Pylorus*, und hier am stärksten, wo sie den sogenannten *Sphincter pylori* bilden; 3) schiefe Fasern zu innerst (Fig. 233), die zusammenhängend mit besonderen Ringmuskeln am *Fundus* denselben schleifenförmig umfassen, und an der vordern und hintern Magenwand schief gegen die *Curvatura major* verlaufen, wo sie zum Theil mit elastischen Sehnen (*Treitz*) an die Aussenseite der Schleimhaut sich ansetzen, zum Theil untereinander zusammenhängen (siehe auch die guten Abbildungen in *Beau* und *Bonamy* III. Pl. 14).

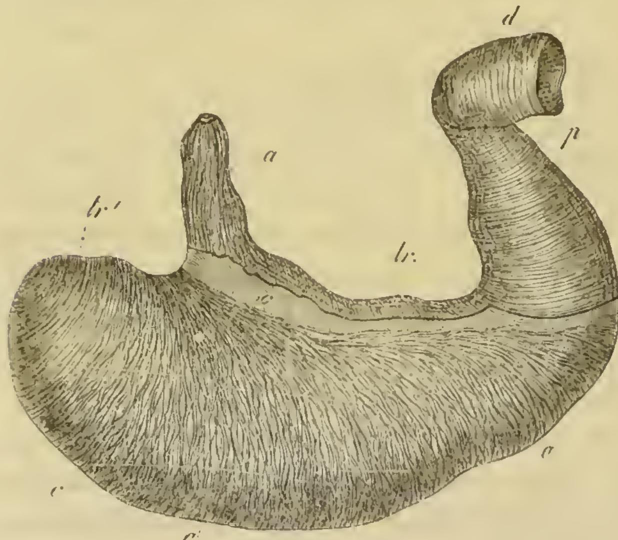


Fig. 233.

An den dünnen Gedärmen ist die Muskelhaut am *Duodenum* und den obern Theilen etwas dicker als an den untern, im Allgemeinen von $^1/_4$—$^1/_6$‴, und nur aus Längs- und Querfasern zusammengesetzt. Die ersten sind immer schwächer und bilden auch keine vollständige Schicht, indem sie am Gekrösrande sehr spärlich sind oder gänzlich fehlen; am freien Rande sind sie gewöhnlich am deutlichsten, doch ziehen sie auch hier leicht mit der *Serosa* sich ab, so dass gleich die zweite Schicht entblösst wird. Diese ist vollständig, geht in die *Valvula Bauhini*, aber nicht in die *Kerkring*'schen Falten ein, und besteht aus ringförmigen Bündeln, die nicht selten unter sehr spitzen Winkeln zusammenhängen. Der *Musc. suspensorius duodeni* (*Treitz*) ist ein bis 1 $^1/_2$″ langer, etwa 1″ breiter und 1‴ dicker glatter Muskel, welcher

Fig. 233. Magen des Menschen, verkleinert. *a. Oesophagus* mit den Längsfasern. *tr.* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt. *tr'.* Querfasern am *Fundus*, *o. Fibrae obliquae*, *p. Pylorus*, *d. Duodenum*.

vom obern Rande des letzten Endes des *Duodenum* entspringt und mit elastischen Sehnen an dem dichten Bindegewebe sich verliert, welches die *Art. coeliaca* umgibt, und auch mit Ausläufern der innern Schenkel des Zwerchfells zusammenhängt (l. c. Tab. II.).

Am Dickdarme sind die Längsfasern wesentlich auf die drei *Ligamenta coli*, 4—6''', selbst 8''' breite, ⅓—½''' dicke Muskelbänder, beschränkt, die am *Coecum* beginnen und an dem *S romanum* in zwei rechts und links gelegene Bündel zusammenfliessen, die, verbunden mit besondern selbständigen Fasern, die Längsmuskelschicht des Mastdarmes bilden, doch kommen nach *Henle* auch zwischen den drei *Ligamenta* schwache Längsmuskelzüge vor. Unter den Längsmuskeln liegt eine zusammenhängende Ringfaserlage, dünner als am Dünndarme und besonders in den unter dem Namen *Plicae sigmoideae* bekannten Falten entwickelt.

Der Mastdarm hat eine 1''' und darüber dicke Muskellage, an der die stärkeren Längsfasern aussen, die Ringfasern innen liegen. Das letzte etwas dickere Ende der Ringfasern ist der *Sphincter ani internus*, mit dem dann der quergestreifte *Sphincter externus* und *Levator ani* sich verbinden. Die Längsfasern enden nach *Treitz* mit elastischen Sehnen, welche theils an die Beckenbinde sich ansetzen, theils den *Sphincter ani externus* durchbohren und im subcutanen Bindegewebe der *Anus*gegend sich verlieren. Nichts desto weniger ist die Längsmuskelschicht unterhalb der Beckenbinde stärker, was nach *Treitz* daher rührt, dass von dieser Binde, dann vom *Levator* und vom Steissbeine *(M. recto-coccygeus Treitz)* auch neue solche Fasern entspringen, von denen auch einige dem innern Ringmuskel sich beimengen. Den sogenannten *Nelaton*'schen *Sphincter superior* läugnen *Treitz* und *Kohlrausch*.

Mit Bezug auf ihren feineren Bau gehören alle Muskeln des eigentlichen Darmes zu den sogenannten glatten oder ungestreiften (vegetativen, organischen) Muskeln (siehe §. 31). Die Elemente derselben oder die Faserzellen sind spindelförmig, in der Mitte 0,002 — 0,003''' breit und abgeplattet, 0,06 — 0,2''' lang (im Magen fand *Snellen* [*Ned. Lanc.* 5. Jaarg. p. 309] die Muskelfasern 0,35 — 0,55mm lang, *Moleschott* im Darme von 0,15—0,5mm), blass und gleichartig mit einem 0,006—0,012''' langen, 0,001 — 0,0028''' breiten Kerne, der nach *Lehmann* an in Wasser erweichten Muskeln nicht sichtbar ist, nach *Henle* auch bei beginnender Fäulniss spurlos verschwindet, was ich dadurch erklären möchte, dass diese Kerne äusserst leicht aus den Faserzellen heraustreten, so dass man sie immer in Menge neben denselben frei findet. — Viele der Fasern besitzen knotige Anschwel-

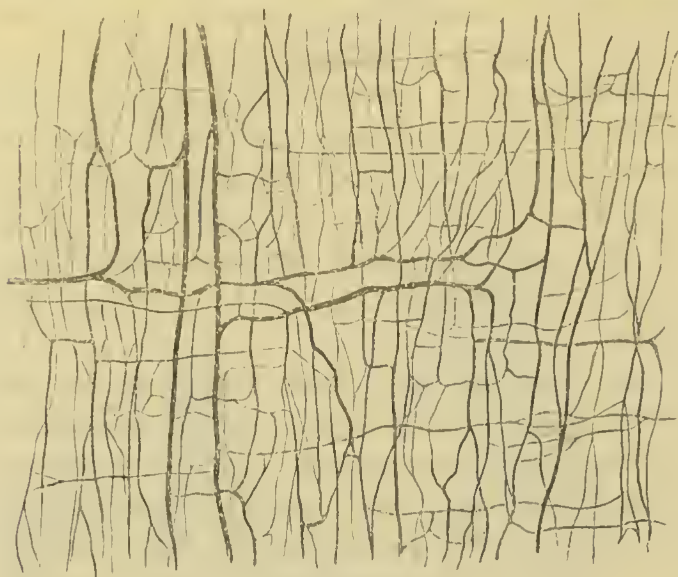


Fig. 234.

lungen, manchmal auch zickzackförmige Biegungen, die das, namentlich an Spirituspräparaten so häufige, quergebänderte Ansehen der ganzen Bündel solcher Muskeln bewirken. Die Anordnung der Faserzellen in den verschiedenen Muskellagen ist einfach die, dass dieselben, der Länge und Breite nach aneinander gereiht und miteinander verklebt, dünne Muskelbänder

Fig. 234 Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarme des Menschen.

bilden, die dann, jedes von etwas Bindegewebe umhüllt und häufig auch zu noch stärkeren Bündeln vereint, die dünneren oder dickeren Muskelhäute der verschiedenen Gegenden darstellen, die ebenfalls von bedeutenden Lagen von Bindegewebe bekleidet und von den benachbarten Theilen geschieden sind.


Fig. 235.

Die Blutgefässe der glatten Muskeln sind sehr zahlreich und bilden ihre 0,003—0,004''' breiten Capillaren ein hübsch ausgeprägtes Netz mit rechteckigen Maschen. Von etwaigen Lymphgefässen der Muskeln selbst ist nichts bekannt, was dagegen die Nerven anlangt, von denen wir bis jetzt nichts wussten, als dass dieselben nach *Ecker* in der *Musculosa* des Magens des Frosches und Kaninchens Theilungen darbieten, so hat in neuester Zeit *L. Auerbach* die sehr wichtige Entdeckung gemacht, dass die *Muscularis* des ganzen Darmes vom Pförtner an abwärts ein sehr reiches Nervengeflecht mit vielen mikroskopischen Ganglien enthält. Dieser sogenannte *Plexus myentericus (Auerbach)* liegt zwischen der Längs- und Querfaserschicht der Muskelhaut, und sendet eine Menge feiner Aestchen an die beiden Lagen derselben, während seine gröberen Zweige in die Nerven der Schleimhaut sich fortsetzen, von denen der nächste §. handeln wird.


Fig. 236.

Das *Auerbach*'sche Gangliengeflecht ist eine der wunderbarsten Bildungen im Gebiete des an merkwürdigen Formen so reichen Nervensystems, und verdient dieser schöne Fund alles Lob. Ich habe bald nach dem Erhalten der vorläufigen Mittheilung von *Auerbach* den Darm des Menschen auf dieses Geflecht untersucht und Alles von diesem Forscher Angegebene bestätigt gefunden. Nebenstehende Fig. 236 zeigt einen Theil des Geflechtes eines Kindes und enthebt mich einer weitern Beschreibung der gröberen Verhältnisse, die trotz ihrer Mannichfaltigkeit doch etwas Bezeichnendes und Gleichbleiben-

Fig. 235. Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes. Nach einer *Gerlach*'schen Injection. Vergr. 45.

Fig. 236. Ein Theil des *Auerbach*'schen Ganglienplexus von einem Kinde, 30mal vergr. Es sind drei durchlöcherte grosse Ganglienmassen dargestellt nebst einer gewissen Zahl verbindender Nervenfäden, von denen die zwei stärksten auch zahlreiche Lücken besitzen.

des darbieten, was die Abbildung naturgetreu wiedergibt. Sonderbar und meines Wissens nirgends in dieser Weise vorhanden ist die Plexusbildung sowohl in den Ganglien des Geflechtes als den sie verbindenden stärkeren Stämmchen. Da die sich verflechtenden Ganglienmassen und Nervenfaserbündelchen alle ganz platt sind, wie *A.* richtig bemerkt, so erscheinen natürlich Ganglien und Nervenstämme wirklich durchlöchert, in der Art jedoch, dass in den ersteren die Löcher sehr verschieden gross und mehr rundlich, in letztern dagegen mehr gleichartig und in die Länge gezogen sind. Bezüglich auf den feineren Bau des Geflechtes, so glaube ich, wie *Auerbach*, eine sehr reichliche Entstehung von Nervenfasern in demselben annehmen zu müssen, auch habe ich von dem Vorkommen unipolarer Zellen mich bestimmt überzeugt, ohne jedoch das Vorkommen von Zellen mit mehr als einem Fortsatze läugnen zu können, da die Erforschung des genauen Verhaltens der Zellen hier grössere Hindernisse bietet, als an andern Orten. Die die Ganglien verbindenden Stämmchen sind häufig ganglienzellenhaltig, so dass sie oft wirkliche lange schmale Ganglien bilden, meist ragen jedoch die Zellen nur mehr weniger weit in die Anfänge derselben hinein, und bestehen dieselben im weitern Verlaufe aus blassen Nervenfasern. Diese scheinen, wie *Auerbach* meldet, auf den ersten Blick 0,002—0,003''' breit zu sein, ich glaube mich jedoch überzeugt zu haben, dass dieselben Bündel ganz feiner Fäserchen sind, von denen je ein Bündel aus einer Zelle entspringt. In den Nervenstämmchen und Ganglien bemerkt man ausserdem viele länglichrunde und spindelförmige Kerne, die jedoch die meisten, vielleicht alle kleinen Spindelzellen angehören, und mit etwas gleichartiger Bindesubstanz ein Umhüllungsgewebe für die einzelnen grösseren und kleineren Abtheilungen des Geflechtes darstellen. Feine Ausläufer des Geflechtes von 0,001—0,002''' Breite sieht man an vielen Orten zwischen den Muskelfasern sich verlieren, und wenn es mir auch noch nicht gelungen ist, ihre Verbreitung so zu verfolgen, wie in den Schlundmuskeln des Frosches (siehe §. 149), so zweifle ich doch nicht, dass ihr Verhalten dasselbe sein wird.

§. 154.

Schleimhaut des Darmes. Die Schleimhaut des Darmes besteht vom Magen an abwärts überall aus mehreren Schichten, und zwar 1) aus dem Unterschleimhautgewebe, *Tunica submucosa s. nervea*, 2) der Muskellage der Schleimhaut, *Muscularis mucosae*, 3) der Schleimhaut im engeren Sinne, und 4) dem Epithel.

Die *Tunica submucosa* besteht noch aus gewöhnlichem Bindegewebe mit ziemlich zahlreichen feinen elastischen Fasern, und enthält ausserdem eine bedeutende Menge von meist spindel- und sternförmigen, seltener rundlichen Bindesubstanzzellen, und da und dort kleine Häufchen von Fettzellen. In der eigentlichen Schleimhaut macht dieses Gewebe einer gleichartigen Bindesubstanz ohne elastische Elemente Platz, in welcher von Formelementen, abgesehen von Muskeln, Nerven und Gefässen, nichts als Netze von Bindesubstanzzellen und in den Lücken derselben eine bald grössere, bald geringere Zahl von rundlichen Lymphkörperchen ähnlichen Zellen sich erkennen lassen, so dass mithin das Gewebe mehr weniger bestimmt der von mir sogenannten cytogenen Bindesubstanz sich anreiht. Ganz nach innen, d. h. gegen das Epithel zu, wird die Schleimhaut allerwärts von einer dünnen gleichartigen Schicht begrenzt, die jedoch nirgends als besondere Schicht sich darstellt und nicht rein für sich zu erhalten ist.

Die *Muscularis mucosae*, von *Brücke* zuerst genauer beschrieben, besteht stellenweise aus zwei Lagen, an andern Orten nur aus Einer und dann der Länge nach verlaufenden Schicht, und zeigt überall spindelförmige einkernige Zellen von wesentlich derselben Beschaffenheit, wie in der Muskelhaut. Abgesehen von dieser Lage besitzt jedoch auch die eigentliche

Schleimhaut glatte Muskelfasern, die selbst bis in die freien Erhebungen derselben oder die Zotten hineinragen können.

Das Epithel ist im ganzen Darme von der *Cardia* an ein einschichtiges Cylinderepithel von etwa 0,01''' Dicke, dessen Zellen durch ihren Gehalt an Mucin sich auszeichnen und die Hauptquellen der schleimigen Absonderung des Darmes sind.

Von den übrigen Bestandtheilen der Schleimhaut sitzen die kleineren schlauchförmigen Drüsen überall in der eigentlichen Schleimhaut über der *Muscularis mucosae*. Im submucösen Gewebe dagegen liegen einmal die traubenförmigen Drüsen, wo sie vorkommen, und dann auch die solitären und haufenweise beisammenliegenden Follikel, deren Spitzen jedoch häufig bis unter das Epithel hervorragen. — An Gefässen der beiderlei Arten ist die Schleimhaut des Darmes sehr reich, und was die Nerven anlangt, so hat vor Kurzem *Meissner* die schöne Entdeckung gemacht, dass die ganze *Submucosa* der Säugethiere und des Menschen vom Magen an abwärts einen reichen Nervenplexus mit vielen Ganglien enthält, eine Beobachtung, die seither von *Billroth* und dann trotz anfänglichen Widerspruches von Seiten *Reichert's* und *Hoyer's* gegen *Billroth's* Angaben auch von *Remak*, *Manz*, *W. Krause*, *Kollmann*, *Breiter* und *Frey* bestätigt wurde. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf die betreffenden Abhandlungen und bemerke hier nur Folgendes. Der *Meissner*'sche Plexus, obschon die Fortsetzung des *Auerbach*'schen Plexus, ist doch im gröbern anatomischen Verhalten in sofern verschieden, als in demselben, wie es scheint, nur massige Ganglien und Nerven, und keine siebförmig durchbrochenen Bildungen vorkommen. Auch sind Ganglien und Nervenstämmchen hier erheblich feiner. Dagegen kommen hier langgestreckte Ganglienmassen und vereinzelte Ganglienzellen eher noch häufiger vor als dort. Der feinere Bau ist wie beim *Auerbach*'schen Plexus und schliesse ich mich in Betreff des häufigen Vorkommens unipolarer Zellen ganz an *Manz* an, und glaube auch hier von dem Vorkommen ganz feiner kernloser Nervenfädchen mich überzeugt zu haben. Die Ausläufer dieses Plexus scheinen fast ganz für die *Muscularis mucosae* bestimmt zu sein, ausserdem sieht man auch

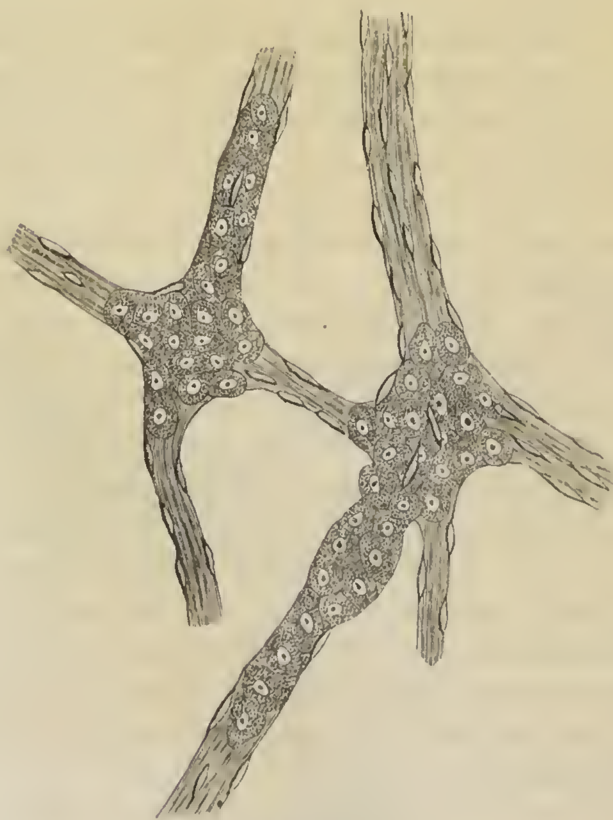


Fig. 237.

Fig. 237. Ein Theil des *Meissner*'schen Geflechtes der *Submucosa* des Kindes. 350mal vergr. Es sind zwei Ganglien dargestellt, deren Zellen zum Theil in die abgehenden Nerven sich fortsetzen. An diesen sind die spindelförmigen Bildungen nicht Kerne, sondern kleine Bindegewebskörperchen.

einzelne Zweigelchen in die Schleimhaut selbst eindringen, in der mir bis jetzt noch keine Ganglien zu Gesicht gekommen sind. Beim Frosche sehe ich in der *Mucosa* des Dünndarmes ein Endnetz blasser, feinster, stellenweise kernhaltiger Fädchen von derselben Art, wie es auch in der Mundschleimhaut und der äussern Haut sich findet.

Schleimhaut des Magens.

§. 155.

Im Magen ist die Schleimhaut weich und locker, während der Verdauung, mit Ausnahme eines kleinen, $^3/_4'''$ breiten grauen Ringes am *Pylorus*, dem auch ein ähnlicher an der *Cardia* entsprechen kann, lebhaft grauroth bis rosenroth, sonst graulich. An ihrer innern Oberfläche finden sich bei leerem Magen besonders Längsfalten, die jedoch bei der Füllung sich verstreichen. Ausserdem zeigen sich, namentlich im Pylorustheil um die Mündungen der schlauchförmigen oder Magensaftdrüsen herum, kleine netzförmig verbundene Fältchen oder auch freie Zöttchen *(Plicae villosae Krause)* von 0,024—0,048''', selbst 0,1''' ($^1/_{30}$—$^1/_{39}$''' *Kr.*), und nicht selten ist auch die Schleimhaut wiederum besonders rechts durch seichte Vertiefungen in leicht erhabene vieleckige Felder von $^1/_2$, 1$^1/_2$—2''' getheilt, welchen sogenannten »*État mamelonné*« der pathologischen Anatomen auch ganz gesunde Mägen darbieten. Am dünnsten, von $^1/_6$—$^1/_4$''', ist die *Mucosa* an der *Cardia*, in der Mitte verdickt sie sich bis zu $^1/_2$''' und im Pylorustheile oft bis zu $^3/_4$ und 1''', ein Verhalten, das einzig und allein auf Rechnung ihrer Drüsenlage zu setzen ist, indem Epithelium und Muskellage derselben überall ungefähr dieselbe Dicke haben. Das submucose Gewebe ist reichlich und besitzt, wie überall am Darme, auch einzelne Fettzellen.

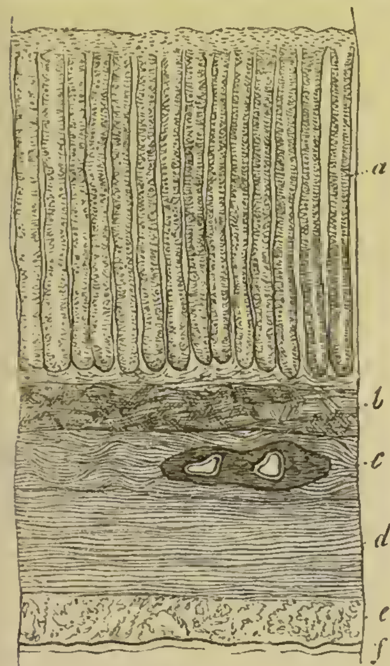


Fig. 238.

Henle fand in Einem Falle die ganze Oberfläche eines regelrecht gebildeten Magens mit Zöttchen von 0,15—0,20^{mm} Länge besetzt.

§. 156.

Magendrüsen. Die Drüsen des Magens zerfallen in Magenschleim- und Magensaftdrüsen, von denen die letzteren wichtigeren, die auch Labdrüsen heissen, in zwei Formen erscheinen, die jedoch nicht als scharf geschieden anzusehen sind. Die einen oder die einfach schlauchförmigen liegen in dem grossen, mittleren, während der Verdauung lebhaft rothen Abschnitte des Magens und erstrecken sich, eine dicht neben der andern, so

Fig. 238. Senkrechter Schnitt durch die Häute des Schweinemagens, vom *Pylorus*. Vergr. 30. *a.* Drüsen, *b.* Muskellage der *Mucosa*, *c.* submucöses Gewebe (*Tunica nervea*) mit durchschnittenen Gefässen, *d.* Quermuskellage, *e.* Längsmuskelschicht, *f. Serosa*.

ziemlich gerade durch die ganze Dicke der Schleimhaut bis zu ihrer Muskellage und sind mithin, je nach den Gegenden des Magens, ⅕—¾‴, selbst 1‴, im Mittel ½‴ lang. Dieselben beginnen immer zu mehreren im Grunde ganz kurzer, von Cylinderepithel ausgekleideter Grübchen der Magenoberfläche, die kaum mehr zu den Drüsen zu zählen sind, als drehrunde Schläuche von 0,03 — 0,04‴ Breite, die im Abwärtssteigen oft bis zu 0,014 — 0,02‴ sich verschmälern und mit einer flaschen- oder kolbenförmigen Anschwellung von 0,02—0,026—0,036‴ enden. Das untere Drittheil der Drüsen ist meist, besonders gegen den *Pylorus* zu, wellenförmig gebogen, ja oft sogar korkzieherartig gedreht, und ziemlich häufig theilt sich dasselbe auch in zwei kurze Aeste, so wie dann überhaupt an den untern zwei Drittheilen der Drüsen kurze blinde Anhänge in einfacher oder mehrfacher Zahl nicht selten sich finden. Nichts destoweniger sind, abgerechnet von einfachen leichten Ausbuchtungen, die allerdings sehr gewöhnlich sind, aber von wirklichen blinden Anhängen unterschieden werden müssen, die überwiegende Mehrzahl der Drüsen dieser Gegend einfach und kommen Drüsen, die man mit Recht traubenförmige nennen könnte, in derselben nicht vor. Jede Magendrüse wird von einer zarten *Membrana propria* umgeben und besitzt als Inhalt die sogenannten Labzellen, feinkörnige blasse, 0,006 — 0,01‴ grosse, vieleckige kernhaltige Zellen, welche bald nach Art eines einfachen Epithels eine enge Höhlung umgeben, bald die Schläuche der *Membrana propria* ganz erfüllen,

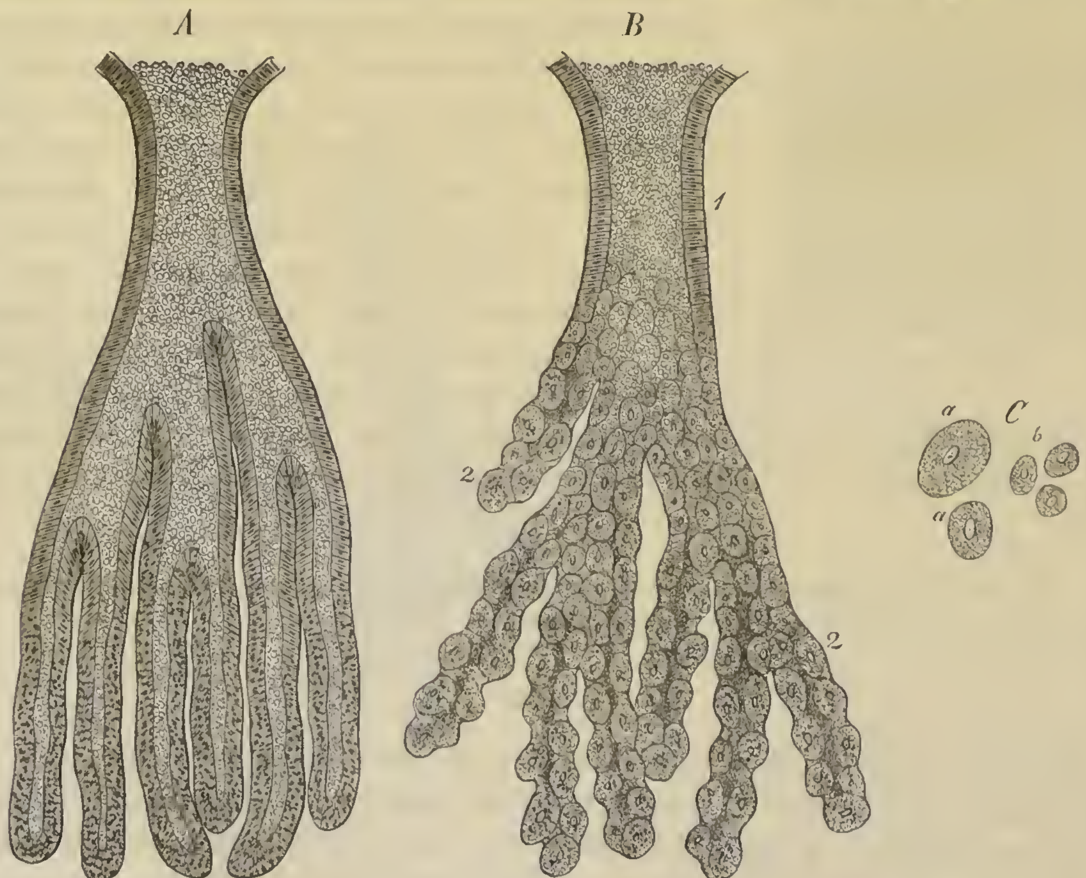


Fig. 239.

Fig. 239. Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen, 100mal vergr. *A*. Magenschleimdrüse vom *Pylorus*theil. *B*. Magensaftdrüse von der *Cardia*. 1. Gemeinschaftliche Ausmündungshöhle (*stomach cell Todd-Bowman*). 2. Die einfachen Schläuche bei *A* mit Cylindern, bei *B* mit Labzellen. *C*. Einzelne Labzellen, 350mal vergr. *a*. Grössere, *b*. kleinere.

und im Grunde derselben ohne Ausnahme minder deutliche Hüllen besitzen, als in den obern Theilen.

Zusammengesetzte schlauchförmige Magensaftdrüsen (Fig. 239 *B*) enthält eine schmale Zone an der *Cardia*. Dieselben beginnen mit einem 0,04 — 0,08''' langen, 0,03 — 0,04''' breiten, von Cylindern ausgekleideten Gange *(stomach cell, Todd-Bowman)*, der dann fast wie von einem Punkte aus zuerst in zwei oder drei und dann in vier bis sieben ziemlich gleich lange, drehrunde, mit Labzellen besetzte oder gefüllte Schläuche sich spaltet, welche nebeneinander bis in die Tiefe der *Mucosa* verlaufen. Was diese Drüsen besonders noch auszeichnet, sind die äusserst zahlreichen und sehr bedeutenden einfachen Ausbuchtungen der Endschläuche, die denselben ein eigenthümlich knotiges unregelmässiges Ansehen geben, und dann dass die Labzellen häufig kleine Fettkügelchen enthalten, was die Drüsenenden dunkel erscheinen lässt. Neben diesen Drüsen scheinen auch noch einfache spärlich vorzukommen, dagegen fehlen nach meinen Erfahrungen ächte traubenförmige Drüsen mit baumförmiger Verästelung des Ausführungsganges und rundlichen Endbläschen ganz, obschon dieselben noch im letzten Stück der *Oesophagus*schleimhaut sich finden.

Die Magenschleimdrüsen (Fig. 239 *A*) finden sich nur an der blassen *Pylorus*zone, sind zusammengesetzt schlauchförmig und gleichen den eben beschriebenen in der Grundform ganz, ausser dass die Schläuche in allen Theilen grösser sind. Dagegen fehlen die Labzellen ganz und sind selbst die hier vollkommen cylindrischen Endschläuche mit kurzen Cylindern erfüllt, in denen jedoch meist, wie an der *Cardia*, Fettkörnchen enthalten sind. Einfache Drüsen fehlen, dagegen scheinen nach *Donders* in gewissen Fällen ächte traubenförmige dicht am *Pylorus* sich zu finden.

Nach *Frey* (Histol. 134) kommen ächte traubenförmige Drüsen vereinzelt auch im Magen vor. — Die Schleimdrüsen des menschlichen Magens scheinen manchen Wechseln zu unterliegen. *Henle* und *Maier* fanden je in Einem Falle, dass auch die Drüsen der *Pylorus*gegend Labzellen enthielten, und *Gerlach* fand hier Labdrüsen und Schleimdrüsen untermengt.

Bei Thieren sind, wie *Todd-Bowman* zuerst beim Hunde, ich und *Donders* bei vielen andern Säugern gezeigt haben, die Magendrüsen überall doppelter Art, Magenschleimdrüsen mit Cylinderepithelium und Magensaftdrüsen mit ähnlichen Zellen, wie sie auch beim Menschen sich finden. Ausführliche Beschreibungen einiger Formen enthält meine Mikr. Anat. II. 2. S. 140 ff. und *Donders* l. c.

Den zwei Formen der Magendrüsen entsprechen zwei verschieden wirkende Säfte, ein Verhältniss, auf das *Wasmann* zuerst aufmerksam gemacht hat und das von mir ausser allen Zweifel gesetzt worden ist (Mikr. Anat. II. 2), ebenso von *Donders* (l. c.). Beim Hunde finden sich Drüsen mit Cylinderepithelium am *Pylorus*, Drüsen mit rundlichen Zellen in den übrigen Theilen des Magens, ebenso bei Wiederkäuern, beim Pferde, Hasen, bei der Katze und beim Kaninchen, wogegen beim Schweine nur die Mitte des Magens, besonders die *Curvatura major*, der Sitz derselben ist. Eine Reihe von künstlichen Verdauungsversuchen, die ich im Vereine mit Hrn. *Dr. med. Goll* aus Zürich besonders mit der Magenschleimhaut des Schweines anstellte, ergab als ganz bestimmtes Resultat, dass die Drüsen in Bezug auf ihre auflösende Kraft ganz verschieden sich verhalten, indem diejenigen mit runden Zellen angesäuert geronnene Eiweisskörper in kürzester Zeit bewältigen, die mit Cylinderepithel dagegen entweder gar nichts vermögen oder nur nach langer Zeit eine geringe Wirkung zu Wege bringen. Eben so bietet auch der Magen nur da, wo die ersten Drüsen sitzen, eine ausgezeichnet saure Reaction

dar. Diese Erfahrungen sind in der neuesten Zeit von **Donders** und **mir** auch für den Menschen bestätigt worden. — Der wirksame organische Stoff, das *Pepsin*, sitzt in den feinkörnigen rundlichen Zellen der Magensaftdrüsen, aus denen er schon durch Wasser, namentlich wenn es schwach angesäuert ist, ausgezogen werden kann, welche Zellen mithin allerdings den Namen **Labzellen** (*Frerichs*) verdienen. Von diesen Zellen werden die in den obersten Theilen der Drüsen befindlichen, die ich beim Menschen viel kleiner finde, als die tieferen, wie wenn sie durch Theilung aus denselben entstanden wären, häufig nach aussen entleert und betheiligen sich dieselben dann unmittelbar an der Verdauung; andere Male bleiben dieselben auch während der Verdauung alle oder fast alle in den Drüsen sitzen, und dann zieht der flüssige Theil des Magensaftes, indem er nach aussen tritt, das Wirksame aus denselben aus. —

Der **Magenschleim** überzieht als eine dünnere oder dickere Kruste den ganzen Magen und ist da, wo die Schleimdrüsen sitzen, meist stärker entwickelt. Derselbe stammt, wie *Todd-Bowman* zuerst richtig angaben (Vol. II. 1847. p. 192), aus den cylindrischen Zellen der Magenoberfläche und der Magenschleimdrüsen, was später von **Donders** und **mir** bestätigt worden ist, und sickert entweder aus denselben heraus, oder er wird aus den sich ablösenden und berstenden Zellen frei, die oft in grosser Menge die Oberfläche des Magens überziehen. Wie im letztern Falle, der in den Drüsen selbst nicht vorzukommen scheint, das Epithel sich wieder ersetzt, ist noch nicht klar. Wahrscheinlich theilen sich die Zellen, bevor sie sich abstossen, in der Quere, wie man denn auch in der That häufig zwei Kerne in ihnen sieht, und stösst sich nur das äussere Stück ab. Vielleicht entleeren auch die Cylinder ihren Schleim, ohne sich abzulösen, wie *Todd-Bowman* annehmen, indem sie am freien Ende vorübergehend eine Oeffnung bekommen, wie man sie in der That sehr häufig an abgestossenen Zellen sieht.

§. 157.

Das ausser den Magendrüsen **die Schleimhaut bildende Gewebe** ist, wie wir schon sahen, sehr spärlich. Nur am Grunde der Drüsen erscheint dasselbe als eine zusammenhängende, feste, röthliche Schicht von 0,022—0,044''' Dicke (*Brücke*) der **Muskellage der Schleimhaut**, mit durcheinander geflochtenen Bündeln von gewöhnlichem Bindegewebe und von glatten Muskeln, von denen die letzteren besonders in zwei Richtungen sich kreuzen und beim Schweine und, wie ich neulich sah, auch beim Menschen selbst zwischen die Drüsen und in die *Plicae villosae*, eingehen. Ausserdem finden sich zwischen den Drüsen noch Gefässe und eine gleichartige Bindesubstanz ohne elastische Fäserchen, die an der Oberfläche der Schleimhaut eine helle zarte Lage, die structurlose Haut der Autoren, bildet, die mit den *Membranae propriae* der einzelnen Drüsenschläuche zusammenhängt, aber nicht wie diese einzeln sich darstellen lässt.

Die ganze innere Oberfläche des Magens von der *Cardia* an, wo das Pflasterepithelium der Speiseröhre mit einem scharfen und gezackten Rande aufhört, besitzt einen einfachen Ueberzug von cylindrischen Zellen von 0,01''' mittlerer Länge, die ohne Zwischenlage unmittelbar auf der äussersten gleichartigen Lage der Schleimhaut aufsitzen und, wie ich gegen *Henle* (*Splanchn.* S. 155) behaupten möchte, regelrecht nirgends eine Unterbrechung erleiden. Die Verbindung dieses **Cylinderepithelium**, dessen sonstige Verhältnisse beim Dünndarme, wo eine ganz gleiche Lage sich findet, besprochen werden sollen, mit der Schleimhaut ist im Leben ganz fest, jedoch nicht so sehr, dass dessen Elemente nicht zeitenweise in Folge der mechanischen Eingriffe, wie sie im Magen stattfinden müssen, einzeln oder in Menge sich los-

lösen könnten. Nach dem Tode geschieht diess so leicht, dass man beim Menschen nur in sehr günstigen Fällen Gelegenheit hat, die Zellen *in situ* zu sehen.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen enthält der Magen auch, jedoch nicht regelrecht und in sehr wechselnder Anzahl, geschlossene Follikel oder sogenannte linsenförmige Drüsen, die mit den solitären Follikeln des Dünndarms ganz übereinstimmen und daher hier nicht weiter besprochen werden sollen; bei Thieren (wie beim Schweine) finden sich auch kleine *Peyer*'sche Haufen.

Die Blutgefässe der Magenschleimhaut sind sehr zahlreich und in ihrer Vertheilung ganz bezeichnend (vgl. die Fig. 240 von den Gefässen des Dickdarmes, deren Anordnung fast gleich ist). Die Arterien zertheilen sich schon im submucösen Bindegewebe so, dass sie nur mit feineren Stämmchen zur Schleimhaut gelangen, in der sie, allmählich zu Capillaren sich verfeinernd, in grosser Zahl senkrecht zwischen den Drüsen aufsteigen und ein die Schläuche derselben umspinnendes Netz feiner Capillaren von 0,002—0,003''' bilden, das bis an die Drüsenmündungen sich hinzieht. Hier setzt sich dasselbe, das durch den ganzen Magen zusammenhängend zu denken ist, in ein oberflächliches Netz etwas stärkerer Capillaren von 0,004—0,008''' fort, das beim Menschen mit vieleckigen Maschen von 0,02—0,04''' die Drüsenmündungen ringförmig umgibt, und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netze erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und an der Aussenfläche der Schleimhaut oft unter rechtem Winkel in ein weiteres Venennetz des submucösen Gewebes mit zum Theil wagerechten Gefässen sich einsenken. Aus dieser Anordnung der Gefässe wird es begreiflich, wie im Magen zu gleicher Zeit eine lebhafte Ausscheidung (durch die tieferen Capillaren) und zugleich eine ergiebige Aufsaugung (durch die oberflächlichen weiteren Netze) stattfinden kann. Mit *Henle* kann man übrigens das oberflächliche venöse Capillarnetz auch mit dem Gaswechsel im Magen in Verbindung bringen, nur muss man nicht wie er die Aufsaugung durch dasselbe läugnen.



Fig. 240.

Die Saugadern des Magens bilden in der Schleimhaut ein oberflächliches feineres und ein tiefes gröberes Netz, die nur bei Injectionen wahrzunehmen sind. Das erste Netz liegt nach *Teichmann* am Grunde der Magensaftdrüsen über der *Muscularis mucosae*, so dass mithin die oberen Theile der Schleimhaut gar keine solchen Gefässe führen, und besteht aus Gefässen

Fig. 240. Gefässe des Dickdarmes eines Hundes in senkrecht durchschnittener Schleimhaut. *a.* Arterie, *b.* Capillarnetz der Oberfläche mit Drüsenmündungen, *c.* Vene, *d.* Capillarnetz um die Drüsenschläuche in der Dicke der Schleimhaut.

von 0,03 — 0,05^{mm} Durchmesser. Das zweite Netz liegt im submucösen Gewebe. Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei während der Verdauung getödteten grösseren Säugethieren im submucösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Curvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. Ausserdem besitzt die *Serosa* nach *Teichmann* noch ihre besonderen Lymphgefässanfänge in Gestalt eines geschlossenen Netzwerkes. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus*, die nach *Remak's*, von *Meissner* (und auch von *Billroth*) bestätigter und weiter ausgeführter Entdeckung (Amtl. Ber. d. Naturf. Vers. in Wiesbaden im Jahre 1852. S. 183; *Müll.* Arch. 1858. S. 190) in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine Ganglien führen (beim Frosche und Wassersalamander fand *Billroth* auch in der *Mucosa* des Magens die oben schon erwähnten feinsten blassen Nervennetze), verfolgt man leicht bis in das submucöse Gewebe und sieht sie auch noch in die Muskellage der *Mucosa* eintreten, dann aber entziehen sie sich der weiteren Erforschung durchaus, woran vorzüglich das schuld ist, dass sie im Innern der Schleimhaut selbst offenbar keine dunkelrandigen Fasern mehr führen, sondern wahrscheinlich nur aus blassen embryonalen Röhren bestehen.

Schleimhaut des Dünndarmes.

§. 158.

Die *Mucosa* des Dünndarmes ist dünner als die des Magens, aber zusammengesetzter, indem sie ausser den schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen eine grosse Zahl von bleibenden Falten und Zotten darbietet und ausserdem noch in ihrem Gewebe eigenthümliche geschlossene Bälge, die sogenannten solitären und *Peyer*'schen Drüsen und im submucösen Gewebe des *Duodenum* die *Brunner*'schen Drüsen enthält.

Die Schleimhaut im engeren Sinne besteht, wie namentlich aus den neuesten Untersuchungen von *His* hervorgeht, abgesehen von ihrer Muskellage, ganz und gar aus cytogener Bindesubstanz (adenoider Substanz, *His*), d. h. aus einem Netze

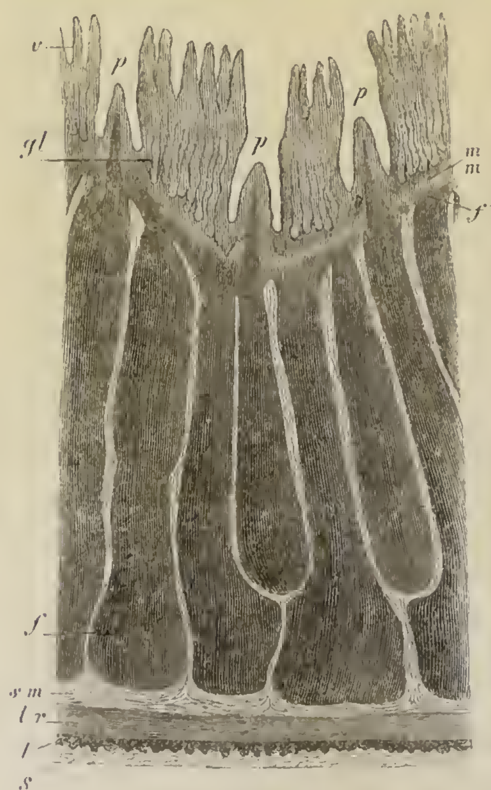


Fig. 241.

Fig. 241. Durchschnitt durch die Wand des untersten Theiles des *Ileum* vom Kalbe. Vergr. 20. *v.* Darmzotten, *ppp.* Gruben, von deren Grund aus kurze stärkere Papillen oder Zotten sich erheben, in welche die Spitzen der *Peyer*'schen Follikel hineinragen, *gl. Lieberkühn*'sche Drüsen, *mm. Muscularis mucosae, f. Peyer*'sche Follikel, *f'.* obere zusammenfliessende Theile derselben, *sm. Tunica submucosa,* tiefster Theil derselben, *tr.* Quermuskellage, *l.* Längsmuskelschicht, *s. Serosa.* Nach einem in *Alcohol absolutus* erhärteten und in verdünntem *Glycerin* aufbewahrten Schnitte.

sternförmiger Zellen (Bindegewebskörperchen) oder aus denselben hervorgegangenen Fasern und zahlreichen in den Maschen desselben enthaltenen Lymphkörperchen ähnlichen Zellen. Im Innern der Zotten und in der Tiefe der *Mucosa* ist dieses Netz oder *Reticulum* lockerer, gegen die Oberfläche zu stehen die Zellen dichter und werden an der Oberfläche selbst von einer dünnen hellen Lage bedeckt, die jedoch nicht als besondere Schicht trennbar ist, sondern mehr nur wie eine verdichtete Grundsubstanz des *Reticulum* erscheint. Das submucöse Gewebe, das, ausser wo gewisse Drüsen vorkommen, spärlich ist, wesshalb die Schleimhaut ziemlich fest mit der Muskelhaut zusammenhängt, besteht aus gewöhnlichem lockerem Bindegewebe. Auf der innern Oberfläche der Schleimhaut sitzt ein Cylinderepithelium, von dem bei den Zotten weiter die Rede sein soll, während dieselbe nach aussen gegen das submucöse Gewebe von einer von *Brücke* aufgefundenen, höchstens 0,017‴ messenden, der Länge und der Quere nach angeordneten Lage von glatten Muskeln der *Muscularis mucosae* begrenzt wird, die jedoch beim Menschen ihrer oft geringen Entwickelung wegen nicht immer leicht sich erkennen lässt.

Der eigenthümliche Bau der Darmschleimhaut wurde erst nach und nach den Mikroskopikern bekannt. Die rundlichen Zellen im Schleimhautgewebe sind schon seit längerer Zeit von *E. H. Weber*, mir, *Virchow* und *Donders* gesehen worden, allein Niemand legte grösseres Gewicht auf sie, mit Ausnahme von *E. H. Weber*, der dieselben mit der Aufsaugung in Zusammenhang brachte. Von dem *Reticulum* von Bindegewebskörperchen gewann zuerst *Heidenhain* in den Zotten und in der Schleimhaut des Frosches gute Anschauungen, und sah auch Andeutungen desselben bei Säugethieren, von denen es dann durch *His* zum ersten Male genau beschrieben und abgebildet wurde. Beim Menschen, den *His* nicht in den Kreis seiner Beobachtungen zog, finde ich beim Kinde in der Schleimhaut ebenfalls ein Netz von Bindegewebskörperchen, mit vielen eingeschlossenen rundlichen Zellen. Beim Erwachsenen treten an die Stelle des Zellennetzes mehr Geflechte kernloser Balken und, wie es scheint, da und dort auch ächtes Bindegewebe mit spärlichen Zellen, welche letzteren noch am reichlichsten in den Zotten und den oberflächlichsten Schleimhautlagen sich finden.

§. 159.

Die Zotten des Dünndarmes *(Villi intestinales)* sind kleine weissliche, mit blossem Auge noch leicht sichtbare Erhebungen der innersten Theile der *Mucosa*, die, auf den *Kerkring*'schen Falten und zwischen denselben gelegen, durch den ganzen Dünndarm vom *Pylorus* bis zum scharfen Rande der *Valvula Bauhini* so dicht stehen, dass sie der *Mucosa* das bekannte sammetartige Ansehen geben. Am zahlreichsten (50 — 90 auf 1 □‴) sind sie im *Duodenum* und *Jejunum*, minder häufig im *Ileum* (40 — 70 auf 1 □‴). Im *Duodenum* sind sie mehr niedrig und breit, wie Falten und Blätter, von $^1/_{19}$ — $^1/_4$‴ Höhe, $^1/_6$ — $^1/_2$, selbst $^3/_4$‴ Breite. Im *Jejunum* erscheinen sie meist kegelförmig und plattgedrückt, häufig auch noch blattartig oder walzenförmig, keulen- oder fadenförmig, welche drei letztgenannten Formen im Leerdarme vorwiegen. Die Länge dieser Zotten beträgt von $^1/_5$ — $^1/_2$‴, die Breite von $^1/_6$ — $^1/_{10}$, selbst $^1/_{25}$‴, die Dicke bei den plattgedrückten $^1/_{20}$‴.

Die Zotten bestehen aus einem der Schleimhaut angehörenden innern Theile und einer Epithelialhülle. Der erstere oder die Zotte im engern Sinne entspricht in seinem Umrisse der ganzen Zotte, und ist nichts

anderes, als ein mit Blut- und Lymphgefässen und mit glatten Muskeln versehener Fortsatz der eigentlichen *Mucosa*, dessen Grundgewebe aus derselben

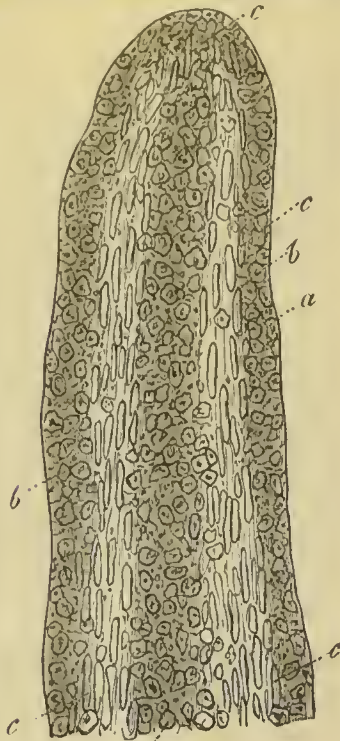


Fig. 242.


Fig. 243.

cytogenen Bindesubstanz besteht, wie die *Mucosa* überhaupt, wobei zu bemerken ist, dass die lymphkörperchenartigen Zellen derselben nicht selten Fettkörnchen und in pathologischen Fällen bräunliches oder schwarzes Pigment enthalten. Die Blutgefässe der Zotten (Fig. 243) sind so zahlreich, dass bei einer guten Injection die vom Epithel entblössten Zotten ganz gefärbt werden, und bei lebenden oder eben getödteten Thieren jede Zotte von oben als ein rother, von einem hellen Saume umgebener Punkt erscheint. Beim Menschen enthält jede Zotte ein von 1, 2 oder 3 kleinen Arterien von 0,01—0,016‴ versorgtes enges Netz von 0,003—0,005‴ weiten Capillaren mit runden oder länglichen Maschen, das unmittelbar unter der gleichartigen äussersten Lage der Grundsubstanz derselben sich befindet, und meist durch eine Vene von 0,022‴, die nicht wie bei Thieren durch eine Umbiegung der Arterie, sondern in der Regel durch ein allmähliches Zusammenfliessen der feinsten Gefässchen entsteht, sein Blut ziemlich unmittelbar in die grösseren Stämme des submucösen Gewebes abführt.

Das Verhalten der Chylusgefässe in den Zotten anlangend, so hat die Ansicht, die ich mit vielen andern Forschern von jeher vertheidigt habe, in der neuesten Zeit durch die Forschungen von *Teichmann* eine vollkommene Bestätigung erhalten. Diesem zufolge besitzen die schmalen, vor Allem die walzen- und fadenförmigen Zotten, meist nur Ein mittleres Chylusgefäss, wogegen die breiteren Zotten 2, ja selbst, wie *Brücke* beim Wiesel und bei der Ratte fand, 3 und 4 solche Stämmchen enthalten, die auch ein grobes Netz bilden können, wie diess *Hyrtl* bei Vögeln, *Teichmann* auch beim Hammel beobachtete. Beim Menschen fand *Teichmann* in der Regel nur Ein Stämmchen von 0,027—0,036mm Durchmesser, das mit seinem Ende um 0,03—0,05 mm von der Spitze der Zotte abstand, seltener fanden sich zwei

Fig. 242. Darmzotte eines jungen Kätzchens ohne Epithel, mit Essigsäure, 350mal vergr. *a*. Begrenzung der Zotte, *bd*. Kerne und Zellen der cytogenen Bindesubstanz an der Oberfläche und im Innern der Zotte, *c*. Kerne der glatten Muskeln.

Fig. 243. Gefässe einiger Zotten der Maus. Nach einer *Gerlach*'schen Injection. Vergr. 45.

Gefässe, die an der Spitze der Zotte schlingenförmig verbunden waren, nie mehr, wobei jedoch zu bemerken ist, dass *Teichmann* gerade die breitesten Zotten der Menschen nicht untersuchte. Mit Bezug auf die Frage, ob die Zottengefässe Wandungen besitzen oder nicht, sind die Ansichten auch in der neuesten Zeit immer noch sehr getheilt, ich für mich halte immer noch an der Ansicht fest, dass denselben besondere, aber zarte Wandungen zukommen, und dieselben die Bedeutung von ächten Capillaren des Lymphsystemes besitzen. Ausser diesen Theilen enthalten die Zotten noch, wie *Brücke* entdeckte, mehr in der Mitte um die Lymphgefässe herum eine dünne Lage von längsverlaufenden glatten Muskeln mit sehr zarten schmalen Faserzellen (Fig. 242), die in günstigen Fällen auch beim Menschen sehr deutlich sind, und wie ich finde, zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in die Tiefe sich fortsetzen und mit der Muskellage der *Mucosa* in Verbindung stehen. Nach *Moleschott* messen die Faserzellen der Zotten im Mittel 0,04''' und behauptet dieser Forscher, auch quer verlaufende solche Elemente gesehen zu haben, die bisher sonst Niemand zu finden im Stande war. Die Muskeln der Zotten bewirken die von *Lacauchie* entdeckten, unmittelbar nach dem Tode sehr deutlichen (Fig. 246) und nach *Brücke* auch an lebenden Geschöpfen wahrnehmbaren Verkürzungen der Zotten, welche sehr wahrscheinlich einen bedeutenden Einfluss auf die Fortbewegung des Chylus und die Aufsaugung durch die Zotten ausüben, voraus-



Fig. 244.



Fig. 245.

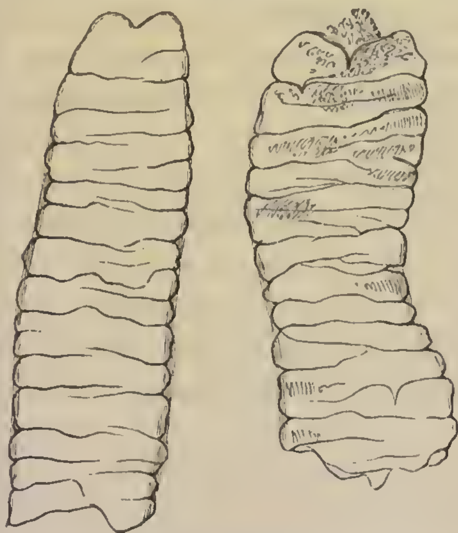


Fig. 246.

Fig. 244. Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.

Fig. 245. Ein Theil einer *Peyer*'schen Drüse des Hammels mit gefüllten Chylusgefässen nach *Teichmann*, 20mal vergr. Man sieht Darmzotten mit ihren Chylusgefässen und ein tieferes Netz mit engeren Gefässen und weiteren Kanälen. Ein Follikel der Drüse zeigt keine Chylusgefässe.

Fig. 246. Zwei in Verkürzung begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

gesetzt, dass die Annahme von wiederholten Zusammenziehungen während des Lebens nichts gegen sich hat. — Von Nerven der Zotten ist nichts bekannt. Ueber die Nerven und Ganglien in der Wand des Dünndarms (*Meissner*) siehe die §§. 153 und 154.

Das Epithelium der Zotten und der sonstigen Schleimhautfläche, obschon im Leben sehr innig mit den tieferen Theilen verbunden und nur zufällig oder in Krankheiten abfallend, löst sich an Leichen sehr leicht ab und ist nur an ganz frischen Darmstücken wahrzunehmen. Dasselbe besteht überall aus einer einfachen Lage von walzenförmigen am untern Ende leicht verschmälerten Zellen von 0,01 — 0,012''' Länge, 0,003 — 0,004''' Breite, die neben einem hellen, bläschenförmigen, länglichrunden, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen Kerne, gewöhnlich nichts als feine Körnchen im Inhalte führen. Im Leben sind diese Zellen, deren Haupteigenthümlichkeit in chemischer Beziehung die ist, dass sie viel *Mucin* führen, so innig verbunden, dass man selbst nach dem Tode im Anfange ihre Umrisse in der Längsansicht nicht oder nur undeutlich erkennt, während sie allerdings schon jetzt von der Fläche als zierliche Mosaik erscheinen. Ganz deutlich werden auch später die Cylinder eigentlich erst dann, wenn sie sich lösen oder abgestreift werden, was meist so geschieht, dass sie in ganzen Folgen, ja selbst die eine Zotte überziehenden Zellen alle zusammen, den Calyptren einer Moosfrucht ähnlich, sich ablösen. Eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Epithelzellen wurde im Jahre 1855 von mir aufgefunden, die nämlich, dass die freie Wand derselben von senkrechten Streifen durchsetzt ist, die höchst wahrscheinlich Porenkanälchen sind. Die freie Wand dieser Zellen ist, weit entfernt zu fehlen, so dass die Zellen Löcher hätten, wie *Brücke* in neuerer Zeit angab, gerade umgekehrt erheblich dicker als die übrige Zellenwand, und stellt einen schon vor Jahren von *Henle* gesehenen hellen Saum dar, der, wenn die Zellen noch *in situ* sind, als eine helle äusserste Begrenzungsschicht der Zotten erscheint und wie eine Cuticula darstellt. Dieser Saum nun zeigt in Seitenansichten eine feine Streifung und von der Fläche eine zarte dichtstehende Punktirung, welche

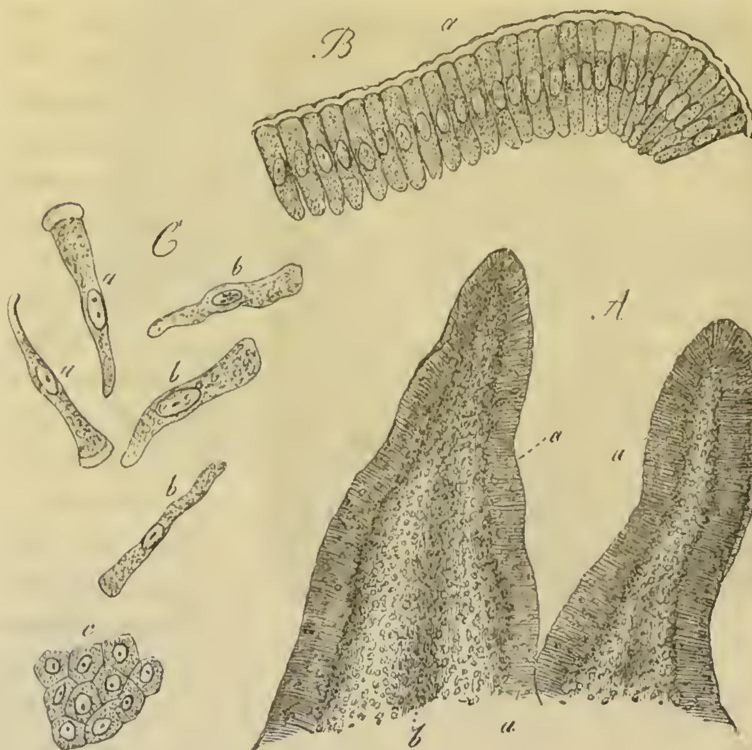


Fig. 247.

Fig. 247. *A*. Zwei Zotten mit Epithel vom Kaninchen. Vergr. 75. *a*. Epithel, *b*. Gewebe der Zotte. *B*. Eine abgelöste Epithelfolge, 300mal vergr. *a*. Durch Wasser abgehobene Hüllen. *C*. Einzelne Epithelzellen, 350mal vergr. *a*. mit, *b*. ohne abgehobene Hülle, *c*. einige Zellen von der Fläche.

von mir auf Porenkanälchen bezogen und mit den physiologischen Verhältnissen des Epithels, namentlich der Fettresorption, in Zusammenhang gebracht worden ist, in welcher Beziehung *Funke* und *Donders* mit mir übereinstimmen, von welchen Autoren der erste gleichzeitig mit mir bei Kaninchen das streifige Ansehen der Darmcylinder beobachtete, ohne jedoch dazu zu gelangen, dasselbe in seiner wahren Bedeutung zu erkennen.

Die porösen Säume der Epithelzellen, so wie die ganzen Zellen werden durch Wasser in besonderer Weise verändert. An den Zellen ist das erste Zeichen der Einwirkung des Wassers gewöhnlich das Auftreten von hellen Tropfen an der Oberfläche des Epithels (Fig. 249 *A*), von denen je einer einer Zelle entspricht, welche nichts anderes als durch die noch unverletzten Membranen herausgequollener Zelleninhalt, d. h. vor allem Schleim ist, welcher als der vorzüglichste Inhalt der Epithelzellen betrachtet werden muss. Wirkt das Wasser mehr ein, so heben sich dann nicht selten die Hüllen der

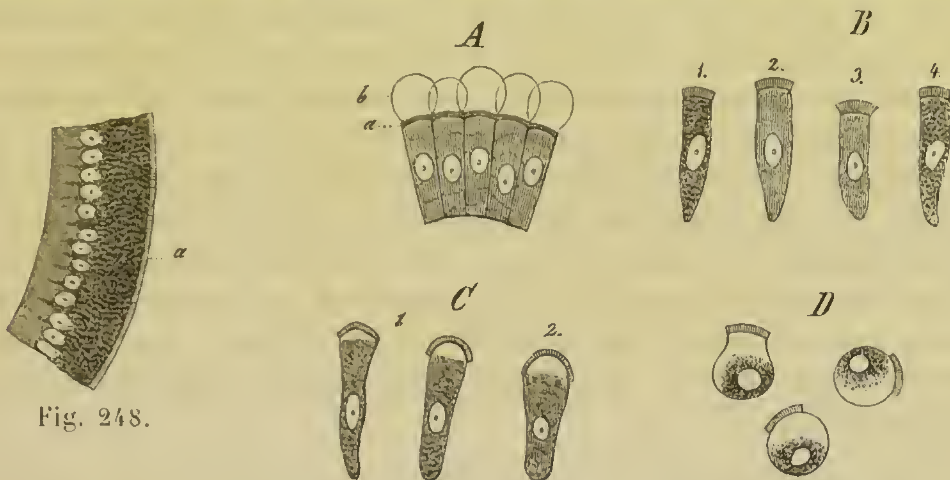


Fig. 248.

Fig. 249.

freien Zellenseite bauchig ab, während der Zelleninhalt durch das eingetretene Wasser von ihnen abgedrängt wird (Fig. 249 *C*). Nicht selten geht dann an solchen Zellen die abgehobene Basalmembran verloren und dann bekommen dieselben deutliche Löcher, aus denen schliesslich der ganze Zelleninhalt heraustritt. Andere Male quellen die Zellen nach und nach ganz auf, wobei sie verschiedene Formen annehmen, zuletzt kugelrund werden und dann schliesslich ebenfalls bersten und vergehen. — Die verdickten porösen Basalmembranen betheiligen sich an diesen Veränderungen in der Weise, dass sie ebenfalls aufquellen und mit dem Aufquellen deutlicher streifig werden. Hat

Fig. 248. Theil des Epithels einer Zotte des Kaninchens in verdünntem Eiweisse. Der streifige Epithelsaum *a* erscheint in natürlicher Breite, doch ist seine innere Begrenzung nicht so deutlich, weil die Zellen mit Fettmolecülen vollgepfropft sind. Vergr. 350.

Fig. 249. *A*. Mit Wasser behandelte Epithelzellen von Darmzotten im ersten Beginne der Einwirkung desselben. Die streifigen verdickten Zellenwände *a* sind sehr deutlich, wie leicht aufgequollen. Aus jeder Zelle ist ein heller Inhaltstropfen *b* ausgetreten. *B*. Einzelne von selbst abgefallene Epithelzellen von Zotten mit Wasser. 1 und 2 Zellen mit aufgequollener streifiger Wand. 3. Eine solche auf einer noch weiteren Stufe, einer Flimmerepithelzelle täuschend ähnlich. 4. Zelle mit aufgetriebenem Saume, an dem keine Streifen sichtbar sind. *C*. Eben solche Zellen mit abgehobener verdickter Wand im ersten Beginne der Wassereinwirkung. 1. Zwei Zellen, deren Wand noch wenig verändert ist. 2. Eine andere, deren verdickter Saum mehr warzig erscheint. *D*. Durch Wasser kugelrund gewordene Epithelzellen von Zotten, deren streifige Säume sehr deutlich sind. Vom Kaninchen.

dieses Aufquellen einen gewissen Grad erreicht, so zerfällt, wie ich gezeigt habe, der ganze Saum wie in ein Büschel von feinen Härchen oder Stäbchen, so dass er einem Flimmersaume sehr ähnlich wird, endlich lösen sich auch diese ab und es bleibt die Zelle auch an dieser Seite von einem dünnen Häutchen geschlossen, was beweist, dass der poröse Saum in die Abtheilung der Zellenausscheidungen gehört. Zugleich wird durch diese Thatsache auch die neueste Auffassung der porösen Säume durch *Brettauer* und *Steinach* widerlegt, nach denen dieselben aus Cylinderchen oder Stäbchen bestehen sollen, die ohne zwischenliegende Hülle unmittelbar mit dem Zelleninhalte verbunden seien. Das Vorkommen einer wirklichen Membran an dieser Stelle und somit eines vollkommenen Verschlusses der Zellen wird übrigens auch noch dadurch bewiesen, dass theils die verdickten Zellendeckel für sich allein sehr häufig blasenartig vom Inhalte sich abheben, theils die Zellen *in toto* zu kugelrunden Gebilden aufquellen, was nicht möglich wäre, wenn der Zelleninhalt an einem Orte blosslägе und unmittelbar mit den vermeintlichen Stäbchen sich verbände. Manchmal heben sich auch die streifigen Säume, ohne dass die Zellen eröffnet werden, von vielen Zellen im Zusammenhange ab, wie diess auch bei Cuticularbildungen zu beobachten ist.

Der Schleim, der in Leichen die Darmoberfläche überzieht, ist grossentheils nichts als der ausgetretene Inhalt der Epithelzellen, der durch Aufnahme von Wasser zu einer dicken Kruste aufquillt und immer viele leere geborstene Zellenhüllen enthält. Die regelrechte Schleimabsonderung im Dünndarme kommt gerade wie beim Magen zu Stande, nur dass die Zellen nie abfallen, und auch in der Regel ohne Bersten sich des Schleimes zu entledigen scheinen.

Brücke erklärt das mittlere Chylusgefäss der Zotten für einen wandungslosen Raum und eben so sollen auch sonst in der Schleimhaut interstitielle Chylusräume sich finden, die dann in der Tiefe in wirkliche Chylusgefässe sich fortsetzen. Ebenso äussert sich in Betreff der Zottengefässe *Leydig*. Auch *His* schliesst sich in seiner neuesten Arbeit an *Brücke* an und lässt die Chylusgefässe der *Mucosa* nur von dem *Reticulum* derselben begrenzt sein. Eine eigenthümliche Ansicht hat in neuester Zeit *v. Recklinghausen* aufgestellt. (Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe.) Nach diesem Forscher besitzt das mittlere Chylusgefäss der Zotten ein Epithel (l. c. S. 16 u. 70), das nicht auf einer besonderen Wand, sondern nur auf dem umgebenden Bindegewebe aufzusitzen scheint. Ausserdem steht dann nach *v. R.* das Chylusgefäss in offener Verbindung mit Saftkanälchen im Gewebe der Zotten, welche nichts anderes sind, als die oben beschriebenen Bindegewebskörperchen des Schleimhautreticulum. — Beiden diesen Aufstellungen gegenüber halte ich immer noch an der Ansicht fest, die ich schon lange vertrete, dass die Chylusgefässe der Zotten eine besondere zarte gleichartige Wandung besitzen, indem ich eine solche Wand ganz bestimmt beobachtet habe. Dasselbe melden *W. Krause* und *Frey*, von denen der erstere (Zeitschr. f. rat. Med. VI. 107) die Wandung doppelt begrenzt schildert und letzterer das Chylusgefäss mehrmals theilweise frei beobachtete (Histologie, S. 41). Von einem Epithel des fraglichen Gefässes habe ich nichts gesehen und scheinen mir auch die Beweise von *v. Recklinghausen* sehr schwach zu sein. Wenn *v. R.* behauptet, dass alle Lymphgefässanfänge ein Epithel besitzen, so verweise ich ihn einfach auf diejenigen der Froschlarven, bei denen die gleichartige Wand und der Mangel eines Epithels über jeden Zweifel erhaben sind. Auch die Verbindungen der Chylusgefässe mit feineren Saftkanälen kann ich nicht annehmen, verweise jedoch in dieser Beziehung auf das unten beim Lymphgefässsysteme Bemerkte.

Physiologische Rücksichten vor Allem haben *Brücke* bewogen zu behaupten, dass die Epithelialcylinder der Zotten an ihrem breitern Ende einer Hülle ganz entbehren

und an ihrem innern, der Zotte zugewendeten Theile Löcher besitzen, denen ähnliche Oeffnungen in der Begrenzungshaut der eigentlichen Zotten entsprechen sollen. Diesen Angaben gegenüber habe ich die Anwesenheit einer dicken Hülle an den Endflächen der Darmcylinder nachgewiesen, was um so nöthiger war, da selbst *Donders*, der früher mit *Henle* eine solche Membran angenommen hatte, auf *Brücke's* Seite überzugehen Miene machte. Gleichzeitig mit der Veröffentlichung meiner Untersuchungen über das Darmepithel, deren Ergebnisse jedoch schon früher, am 7. Juli 1855, der Würzburger phys. med. Gesellschaft mitgetheilt worden waren, erschien auch eine Arbeit von *Funke* (l. i. c.) über das Darmepithel. Dieser Forscher sah bei drei Kaninchen etwas an den Epithelzellen, das wie ein Flimmersaum aussah, erklärt jedoch, dass ihm diese Beobachtung noch ein völliges Räthsel sei, dass es voreilig wäre, an Porenkanälchen zu denken, um so mehr, da gerade da, wo die Zellen Fett enthielten, der streifige Saum fehlte, endlich dass er nicht im Stande sei, auch nur eine Vermuthung darüber auszusprechen, ob das Gesehene physiologisch oder pathologisch sei. Nachdem meine Abhandlung *Funke* zu Gesicht gekommen war, schloss er sich im Wesentlichen ganz an mich an (Physiol. 1. Aufl. S. 1067, wo zum Theil noch ganz eigenthümliche Ansichten über den porösen Saum geltend gemacht sind, und 2. Aufl. S. 203), der ich die Streifen an den verdickten Zellenwänden als eine regelrechte Bildung bei vielen Thieren da, wo Fettaufsaugung sich findet, nachgewiesen und dieselben vermuthungsweise für Porenkanälchen erklärt hatte, deren Beziehung zur Fettaufsaugung ich durch eine Reihe von Thatsachen zu stützen suchte, die in meiner Abhandlung nachzusehen ist. Wenn *Funke* jetzt, nachdem ich die Priorität der Beobachtungen über den Bau der Darmcylinder für mich in Anspruch genommen, die Gleichzeitigkeit unserer Arbeiten betont, so vergisst er ganz, dass er in der seinigen zu keinem Ergebnisse kam, und nicht einmal dazu gelangte, »durch das Mikroskop irgend einen Aufschluss über die Beschaffenheit der Basen der Epithelialcylinder und der Deckelmembran derselben zu erhalten«.

In der neuesten Zeit sind nun diese streifigen Säume der Darmcylinder der Gegenstand einer lebhaften Besprechung geworden. Auf der einen Seite haben, wie *Funke*, so auch *Donders* (*Physiol.* p. 313; *Lancet* 3. Ser. Jaarg. V. p. 332), *Welcker* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. S. 239) und *Frey* (Histologie, S. 214), an meine Auffassung sich angeschlossen und namentlich *Welcker* mit Entschiedenheit sich dahin ausgesprochen, dass die Streifen der Ausdruck von Kanälchen seien, wogegen auf der andern Seite die Darstellungen von *Moleschott* (Unters. z. Naturl. II. S. 119), *Wittich* (*Virch. Arch.* XI. S. 37) und *Reichert* (Jahresb. v. 1856. S. 40) fast ganz mit *Brücke* übereinstimmen. In der Arbeit von *Brettauer* und *Steinach* (l. i. c.), zweier Schüler von *Brücke*, mit denen auch *Heidenhain* übereinstimmt, ist wenigstens so viel zugegeben, dass die Darmcylinder an ihrer freien Darmfläche nicht einfach Löcher, sondern eine besondere streifige Bildung besitzen, doch lassen freilich die genannten Forscher diesen Aufsatz 1) unmittelbar mit dem Zelleninhalte verbunden sein, und 2) aus besonderen Stäbchen bestehen. Ersterer Auffassung schliesst sich *C. Balogh*, der bei *Czermák* über diesen Gegenstand arbeitete, an, dagegen hält er die Streifen, wie ich, für Kanälchen, von denen er annimmt, dass sie durch das Fett während seiner Aufsaugung erst gegraben werden. Ganz neu und *Balogh* eigenthümlich ist die Aufstellung, dass während das Fett nur durch die porösen Aufsätze des Zelleninhaltes gehe, das Wasser einzig und allein durch die Membranen der Zellen aufgesaugt werde, welche je nach Umständen solche Veränderungen erleiden sollen, dass der das Loch in der Zelle umgebende Rand, der durch einen ringförmigen Saum verdickt sei, bald an der Basis, bald über dem porösen Fortsatze des Zelleninhaltes stehe. — *Wiegandt* sieht die Zellen geschlossen und betrachtet, wie ich, den porösen Saum als eine besondere Bildung, die abfallen könne, ohne die Zelle zu eröffnen. Die Streifen sind nach diesem Untersucher lange nicht in allen Fällen zu sehen und daher ohne Bedeutung für die Fettaufsaugung. Der neueste Schriftsteller, *Henle*, lässt den streifigen Saum, wie *Brettauer* und *Steinach*, aus Stäbchen zusammengesetzt sein und spricht sich über die Frage, ob derselbe mit dem Zelleninhalte oder mit der Zellenhülle zusammenhänge, nicht mit Bestimmtheit aus. — Mit Bezug auf diese abweichenden Ansichten habe ich Folgendes zu bemerken: 1) Unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die Darmcylinder ganz

geschlossen sind und dass der streifige Saum aussen auf der zarten aber deutlichen Zellenmembran seine Lage hat. Die in Fig. 249 *D.* abgebildeten Zellen, die leicht zu bestätigen sind, obschon auffallender Weise weder *Brettauer* und *Steinach* noch *Balogh* sie gesehen haben, lassen hierüber keinen Zweifel. Ausserdem bemerke ich, dass an solchen Zellen auch noch der streifige Saum abfallen kann, ohne dass dieselben Löcher bekommen. 2) Eine schwieriger zu entscheidende Frage ist die, ob die streifigen Säume aus Stäbchen oder aus einer hellen Verdickung mit Kanälchen bestehen. Dass die streifigen Säume auch in Gestalt eines Saumes von Härchen oder Zäpfchen oder Wärzchen gesehen werden, ist nicht eine Entdeckung von *Brettauer* und *Steinach*, wie Viele zu glauben scheinen, vielmehr habe ich diess schon in meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand auf das Bestimmteste angegeben (l. i. c.) und zugleich auch die unverstandene Angabe von *Gruby* und *Delafond* über das Vorkommen von Flimmerzellen im Darme des Hundes in Erinnerung gebracht. Ich habe diese Härchen oder Stäbchen von einem Zerfallen des Saumes abgeleitet, weil ich dieselben an frischen, in unschädlichen Flüssigkeiten untersuchten Zellen nie beobachtete, und bei dieser Auffassung bleibe ich stehen, um so mehr, da *Brettauer* und *Steinach* auch nicht Einen Grund angeben, warum sie dieselben als natürliche Bildungen ansehen. Abgesehen hiervon mache ich darauf aufmerksam, 1) dass Auflagerungen mit Porenkanälchen an Epithel- und Epidermiszellen eine ganz verbreitete Erscheinung sind, wogegen Ablagerungen in Form von Stäbchen mir bisher nur an Eiern von Fischen (Zottchen der Eier der Cyprinoiden) vorgekommen sind, und 2) dass ich und *Welcker* die Porenkanälchen auch an Flächenansichten erkannt haben. Sei dem übrigens wie ihm wolle, so ist die Hauptsache der Nachweis eines Verschlusses der Darmcylinder durch eine Membran und eines eigenthümlichen Baues dieser, und diesen habe ich gegeben.— *Balogh's* Aufstellungen über besondere wasser- und fettaufsaugende Theile der Zellen sind so schwach, dass ich darüber keine Worte verliere und nur bemerke, dass er ebenfalls den eigentlichen Bau der Epithelzellen ganz verkannt hat. Dass die Porenkanälchen nicht erst durch das übergehende Fett gegraben werden, halte ich auch für sicher, dagegen ist wahr, dass wie ich gleich von Anfang an gemeldet, sie nicht immer gleich deutlich, und möglich, dass sie nach reichlicher Fettaufsaugung deutlicher sind.

Mit Bezug auf die Epithelialzellen des Darmes ist nun noch ein weiterer Punkt zu besprechen. Die neueste Zeit ist auf Verbindungen von Epithelialzellen mit tieferliegenden Theilen aufmerksam geworden (siehe §. 22, 118) und hat man nun auch angefangen, beim Darme diesen Verhältnissen nachzuspüren. *Billroth* ist der Erste, der an der Froschzunge Verbindungen der Epithelialzellen mit tieferen Theilen erwähnt (l. s. c.) und hat derselbe auch vom Darme des Frosches und Wassersalamanders langgestielte Zellen beschrieben, ohne deren Beziehung zu tieferen Theilen nachweisen zu können. Ausführlicher hat vor Kurzem *Heidenhain* diese Sachen besprochen (l. i. c.) und glaubt derselbe zu dem Ergebnisse gelangt zu sein, dass die Darmcylinder durch Ausläufer mit Bindegewebskörperchen ähnlichen Zellen im Zotten- oder Schleimhautgewebe zusammenhängen, von welchen Zellen er wiederum annimmt, dass sie mit den Chylusgefässen sich verbinden, so dass vorgebildete Wege für das Fett aus dem Darme in die Chylusgefässe vorhanden wären. Frägt man nach den thatsächlichen Belegen für diese physiologisch so einschneidende Aufstellung, so kommt man bald zur Ueberzeugung, dass dieselben nichts weniger als vollständig sind, und namentlich ist *Heidenhain* den Beweis des Zusammenhanges der Zellen des Zottenparenchyms mit den Chylusgefässen ganz schuldig geblieben, wie er übrigens mit anerkennenswerther Offenheit selbst gesteht. Auch das, was *H.* über die Epithelzellen selbst vorbringt, scheint mir noch sehr der Untersuchung zu bedürfen. Dass diese Zellen häufig an dem einen Ende verschmälert sind, ist eine bekannte Thatsache, und habe ich schon in meiner Mikr. Anat. Fig. 232 *Ca* eine Zelle gezeichnet, die am innern Ende dreimal schmäler ist als am äussern, dagegen kann ich nicht zugeben, dass die Zellen regelrecht fadenförmige Ausläufer von der Art tragen, wie sie *H.* abbildet. Ich habe seit dem Erscheinen seiner Arbeit die Epithelien des Frosches und Kaninchens untersucht, und hierbei Folgendes gefunden. Behandelt man das Epithel mit Lösungen, welche die Zellen nicht schrumpfen und nicht aufquellen machen, so findet man an den Zellen des Dünndarmes

die fadenförmigen Anhänge von der Länge und Schmalheit, wie sie *H.* beschreibt, nicht, vielmehr erscheinen dieselben von der bekannten Form, und, wenn auch an dem einen Ende verschmälert, doch nie auffallend verlängert. Wendet man dagegen, wie *H.*, eine kalt gesättigte Lösung von doppelt chromsaurem Kali an, so treten die fadenförmigen Ausläufer in Menge auf, doch sind auch in diesem Falle dieselben meist nicht wirklich fadenförmig, wie *H.* glaubt, vielmehr überzeugt man sich beim Rollen der Zellen leicht, dass die meisten Zellen am innern Ende abgeplattet sind, und nur dann fadenförmig und gestielt erscheinen, wenn sie dem Beobachter gerade die Kante zuwenden. *H.*, der allerdings auch an Kunsterzeugnisse durch die angewandten Reagentien gedacht hat, glaubt sich überzeugt zu haben, dass die Zellen auch in unschädlichen Lösungen gestielt erscheinen, ich kann jedoch bestimmt versichern, dass es gelingt, dieselben in einer ganz andern Form zu sehen, als er sie zeichnet. Uebrigens ist auch diese Form schon aus dem Grunde nicht wohl möglich, weil dann in den tieferen Lagen der Epithelialschicht viele leere Räume sich finden müssten, von denen die Beobachtung nichts ergibt.

Ueber den allfälligen Zusammenhang der Epithelzellen, mögen dieselben nun gestielte Ausläufer besitzen oder nicht, mit den Bindegewebskörperchen der eigentlichen Schleimhaut, haben mir meine Beobachtungen noch nichts ergeben. Auch das, was *H.* anführt und abbildet, scheint mir nicht gerade sehr beweisend zu sein, da leicht eine Epithelzelle mit zwei Kernen wie eine solche erscheinen kann, die mit einer Saftzelle zusammenhängt. Da es nun auch nicht wahrscheinlich ist, dass solche Zellen aus dem Gewebe der Zotten im Zusammenhange mit den Cylindern sich darstellen lassen, so ist es wohl noch nicht an der Zeit, in dieser Angelegenheit einen bestimmten Entscheid zu geben, um so mehr, da ja auch der wichtigste Punkt, der Zusammenhang der Parenchymzellen mit den Chylusgefässen, für einmal nichts als Vermuthung ist. Auch *Henle* bezweifelt die von *Heidenhain* angenommene Verbindung, und *Rindfleisch* konnte bei besonderen auf diesen Gegenstand gerichteten Untersuchungen keine Spur derselben finden. Ebenso gelang es auch *Wiegandt* nicht, nach dieser Richtung bestimmte Ergebnisse zu erhalten, obschon er mit Bezug auf die Fortsätze der Epithelzellen so ziemlich an *Heidenhain* sich anschliesst.

Bemerken will ich noch, dass ich im Magen des Frosches auch bei Anwendung möglichst günstiger Reagentien immer längere Zellen antraf, als im Dünndarme, die nicht selten in derselben Art mit Fett gefüllt waren, wie die von *Heidenhain* abgebildeten Zellen, und doch kann hier von einem Uebertritte von Fett in die Lymphgefässe wohl ebenso wenig die Rede sein, wie im Magen von Säugern, der nach meinen Erfahrungen bei saugenden Thieren immer mehr weniger fetthaltige Zellen zeigte. Ebenso können auch, wie ich gezeigt habe, unter Umständen die Zellen des Dickdarmes von Carnivoren Fett aufnehmen. Es ist wahrscheinlich, dass in diesen Fällen, was möglicherweise auch beim Dünndarme vorkommt, das Fett von den Zellen selbst verarbeitet wird und dann als Seife weiter dringt, eine Art des Fettübertritts, die weiter ins Auge gefasst zu werden verdient.

Bei der Fettaufsaugung füllen sich, wie im Jahre 1842 *Goodsir* zeigte, zuerst die Epitheliumcylinder oft der ganzen Zotten, oft nur der Spitzen (letzteres ist deswegen so häufig, weil die Zotten, wenn sie ausgedehnt sind und der Darm verkürzt ist, oft so dicht beisammenliegen, dass nur ihre Spitzen dem Darminhalte zugängig sind) mit feinen Fettkörnchen oder grösseren Fetttropfen. Nach den Untersuchungen von *Donders*, *Brücke* und mir ist es wohl nicht zweifelhaft, dass das Fett nur in der Form unmessbar feiner Molecüle aufgesaugt wird, und kann, da nun auch von mir und *Donders*, freilich in seltenen Fällen, solche Molecüle auch in der porösen dicken Basalmembran der Epithelialcylinder beobachtet worden sind, kaum bezweifelt werden, dass diese Poren die Wege abgeben, auf denen die Fettmolecüle in die Zellen dringen. Die grösseren Fetttropfen, die man so häufig in den Zellen findet, sind secundäre Bildungen; entweder fliessen die Tropfen im Leben zu grösseren Massen zusammen, oder es geschieht diess erst in der Leiche. Die weiteren Wege des Fettes sind, ausser für den Fall, dass *Heidenhain's* Angaben sich bewahrheiten sollten, von der Anatomie noch nicht aufgedeckt, doch steht meiner Meinung zufolge der Annahme nichts entgegen, dass in den Theilen, in denen, wie in den innern Theilen der Epithelialzellen und Membranen der Chylusgefässe, das Mikroskop noch keine Poren aufgedeckt hat, solche

sich finden, da, wie ich schon darauf aufmerksam gemacht habe, Poren in dünnen Membranen nur dann zur Anschauung kommen können, wenn sie weit sind.

Die Epithelzellen der Zotten zeigen nach *Donders* und mir nicht selten eine Art Abstossung des einen Endes und Wiedererzeugung. In grösser werdenden Zellen entstehen zwei Kerne. Das obere breiter gewordene Ende der Zelle platzt und lässt seinen Inhalt austreten und von dem untern Stücke aus bildet sich die Zelle wieder her. Solche Zellen haben meist einen dunklen körnigen Inhalt, kommen im ganzen Darmkanale vor und treten bei Flächenansichten durch ihr dunkles Ansehen deutlich vor den andern Zellen hervor. (Siehe meine Abh. in den Würzb. Verh. Fig. 9).

Neuere Untersuchungen von *Eberth*, die freilich nur auf den Darm der Ente sich beziehen (*Virch.* Arch. XXI. S. 106), führen zur Vermuthung, dass dasjenige, was von den Epithelcylindern sich abstösst oder austritt, eine endogen gebildete kleine Zelle oder ein sogenanntes Schleimkörperchen ist, welche Zellen auch im Darminhalte der Säuger vorkommen. *Eberth* fand nämlich im Darme einer Ente in einem Falle eine reichliche Bildung endogener Zellchen in den Epithelialcylindern in der Art, dass der Kern derselben oft wiederholt sich theilte, und der Inhalt um die 2, 3 — 4 Kerne sich zu runden Haufen ballte, welche dann als Schleimkörperchen frei wurden, während der Rest der Zelle ausfiel. Aehnliche Erfahrungen hatten schon vorher *Buhl* und *Remak* an andern Epithelien gemacht (*Virch.* Arch. XVI. S. 168; XX. S. 198), und in neuester Zeit sind alle diese Erfahrungen wiederum von *Buhl* und von *Rindfleisch* bestätigt worden (Ibid. XXI. S. 480 und 486). — Mit den von *Donders* und mir beschriebenen Zellen scheinen nun auch diejenigen in Zusammenhang zu stehen, die *Henle* neulich unter dem Namen »becherförmige Körperchen« als eine besondere Form der Epithelzellen des Darmes hinstellt. Sollte *Henle* nicht die von *Todd-Bowman* und mir schon seit Langem aus dem Magen und von mir auch aus dem Dünn- und Dickdarme beschriebenen Zellen meinen, die nach dem Abfallen durch Bersten ihren Deckel verloren haben (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 150 u. 167), so würde ich seine becherförmigen Gebilde unbedingt als Zellen betrachten, die einen Theil des Inhaltes ausgestossen haben.

Im Gewebe der Zotten findet man an der Spitze oft zwei oder mehrere grosse Kugeln von festem und von flüssigem Fette, was nach *Donders* von einer nach dem Tode sich einstellenden Trennung des eingedrungenen Fettes herrührt. — Die von *E. H. Weber* unter den Epithelialzellen beschriebenen kleineren Zellen habe ich nie gesehen, und hat dieser Forscher wahrscheinlich die kleinen Zellen im Zottengewebe mit Zellen des Epithels verwechselt.

Unter regelrechten Verhältnissen fehlt eine ausgedehntere Abstossung von Epithelzellen im Darme ganz und gar, wohl aber findet sich eine solche in Krankheiten, z. B. in der Cholera. Die Art und Weise, wie in solchen Fällen die Neubildung sich macht, ist nicht untersucht. Entweder bleiben, wie in den vorhin beschriebenen Fällen, die tieferen Theile der Epithelzellen stehen und stellen sich aus ihnen die Zellen wieder vollständig her, oder es dienen Elemente der Schleimhaut selbst zur Wiederbildung des Epithels, mit Bezug auf welche Möglichkeit jedoch noch keinerlei Beobachtungen vorliegen.

§. 160.

Drüsen des Dünndarmes. Der Dünndarm enthält nur zweierlei wirkliche Drüsen, nämlich 1) schlauchförmige, die überall in der Schleimhaut selbst ihren Sitz haben, und 2) traubenförmige im submucösen Gewebe des *Duodenum*.

Die traubenförmigen Drüsen oder, wie sie nach ihrem Entdecker gewöhnlich heissen, die *Brunner*'schen Drüsen bilden im Anfange des *Duodenum* an der äussern Seite der *Mucosa* eine zusammenhängende Drüsenlage, die hart am *Pylorus* am entwickeltsten und dichtesten ist, so dass hier ein nicht unbeträchtlicher Drüsenring entsteht, und etwa bis zur Einmündung des Gallenganges sich erstreckt. Hat man an einem aufgespannten oder auf-

geblasenen Duodenum die zwei Lagen der *Musculosa* abgelöst, so erkennt man die Drüsen leicht als gelbliche, rundlicheckige, abgeplattete Körperchen von $\frac{1}{10}$—1½''', im Mittel ¼—½''', die, von etwas Bindegewebe umhüllt, hart an der Schleimhaut ansitzen und kurze Ausführungsgänge in dieselbe entsenden. Bezüglich auf den feineren Bau, so stimmen die *Brunner*'schen Drüsen, deren Endbläschen 0,03—0,06''', selbst 0,08''' messen, ganz mit den traubenförmigen Drüschen der Mundhöhle und der Speiseröhre überein. Das Secret ist ein alkalischer Schleim ohne Formelemente, der keine verdauende Wirkung auf geronnene Proteïnverbindungen hat und wahrscheinlich bloss mechanischen Zwecken dient.

Die schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen (*Gl. Lieberkühnianae s. cryptae mucosae*) finden sich über den ganzen Dünndarm und Zwölffingerdarm verbreitet als sehr zahlreiche, gerade und enge, durch die ganze Dicke der *Mucosa* sich erstreckende, am Ende leicht angeschwollene, sehr selten gabelig gespaltene Schläuche (bei Thieren sind dieselben häufig zwei- und dreigetheilt). Ueber ihre Menge erhält man am besten einen Begriff, wenn man die Schleimhaut bei schwächeren Vergrösserungen auf senkrechten Durchschnitten oder von oben betrachtet. Im erstern Falle sieht man Schlauch an Schlauch, fast ohne Zwischenraum wie Pfähle dicht aneinander stehen (Fig. 241), im letztern nimmt man wahr, dass die Drüsen denn doch nicht überall sich finden, sondern nur die Zwischenräume zwischen den Zotten einnehmen, hier aber allerdings in solcher Zahl vorhanden sind, dass sie so zu sagen keinen weitern Raum übrig lassen und die Schleimhautoberfläche zwischen den Zotten siebförmig durchlöchert aussieht. Selbst auf den *Peyer*'schen Platten und den solitären Follikeln finden sich noch solche Drüsen, nur lassen sie hier beim Menschen die Theile der *Mucosa*, die unmittelbar über der Mitte der Follikel sich finden, frei und stehen daher mehr in Form von Ringen um die Follikel herum. Die Länge der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist gleich der Dicke der Schleimhaut und wechselt von ⅕—$\frac{1}{7}$''', ihre Breite von 0,028—0,036'''; die Mündung beträgt 0,02—0,03'''. Dieselben bestehen aus einer zarten gleichartigen *Membrana propria* und einem cylindrischen, auch während der Chylusbildung nie fetthaltigen Epithel, ähnlich demjenigen des Darmes, das im Leben deutlich eine mit heller flüssiger Ausscheidung, dem sogenannten Darmsafte, gefüllte Höhlung umschliesst, im Tode jedoch und bei Zusatz von Wasser ungemein leicht sich verändert, so dass die Drüsen mit Zellen oder einer körnigen Masse ganz gefüllt scheinen.



Fig. 250.

Die Gefässe der *Brunner*'schen Drüsen verhalten sich ganz wie die der Speicheldrüsen, während die der *Lieberkühn*'schen Schläuche genau denjenigen des Magens folgen. Um die Schläuche herum zieht sich ein feines

Fig. 250. *Lieberkühn*'sche Drüsen vom Schweine. Vergr. 60. *a. Membrana propria* und Epithel, *b. Lumen.*

Capillarnetz mit Gefässen von 0,003''' in die Höhe, das an der Oberfläche der Schleimhaut in ein zierliches vieleckiges Netz etwas weiterer (von 0,01''') Gefässe übergeht, das theils mit den Capillaren der Darmzotten zusammenhängt, theils unmittelbar in Venen sich fortsetzt, die die Schleimhaut geradenweges durchbohren, nachdem sie vorher noch mit denen der Zotten zusammengemündet haben.

In verschiedenen Krankheiten, namentlich des Darmes, bei Entzündungen, Peritonitis, im Typhus, fand *Böhm* in vielen *Lieberkühn*'schen Drüsen ein weissliches zähes Secret (*Gland. int.* p. 34), das, wie spätere Beobachtungen desselben Autors (Darmschleimhaut in der Cholera, S. 63) vermuthen lassen, nichts anderes als das Epithelium war, das sich von den Wänden gelöst und zu einem dichten Pfropfen zusammengeballt hatte. In der Cholera wird nach *Böhm* dieses Epithel ebenso wie das des ganzen Darmes ausgestossen.

§. 161.

Geschlossene Follikel des Dünndarmes. In den Wänden des Dünndarmes finden sich Bläschen eigenthümlicher Art einzeln oder in Haufen, deren anatomische sowohl wie physiologische Bedeutung noch nicht ganz aufgehellt ist, und die daher vorläufig am passendsten unter einem allgemeinen Namen zu beschreiben sind.

Die wichtigsten derselben sind die *Peyer*'schen Follikelhaufen oder *Peyer*'schen Haufen oder Platten, *Agmina Peyeri* (*Peyer*'sche oder Haufendrüsen, *Glandulae Peyerianae s. agminatae* der Autoren). Dieselben stellen meist länglichrunde oder rundliche, abgeplattete, ohne Ausnahme am freien, der Anheftung des *Mesenterium* abgewendeten Darmrande der Länge nach verlaufende Organe dar, die am deutlichsten von innen als nicht ganz scharf umschriebene, leicht vertiefte und kahlere Flecken sich zeigen, aber auch von aussen an einer kleinen Wölbung der Darmwand zu erkennen sind, und bei durchfallendem Lichte als dunklere Stellen sich kund geben. Der Sitz dieser Haufen ist in den meisten Fällen der Krummdarm, *Ileum*, doch finden sie sich auch gar nicht selten im untern Theile des *Jejunum*, hie und da selbst in der obern Hälfte desselben bis nahe an's *Duodenum* und sogar in der *Pars horizontalis inferior Duodeni* (*Middeldorpff*, ich). In gewöhnlichen Fällen ist ihre Zahl 20—30, da wo sie auch höher sich finden, steigt dieselbe jedoch bis 50 und 60, immer aber stehen sie im untersten Theile des *Ileum* am dichtesten. Die Grösse der einzelnen Haufen wird, je mehr man dem *Coecum* sich nähert, in der Regel um so bedeutender und be-

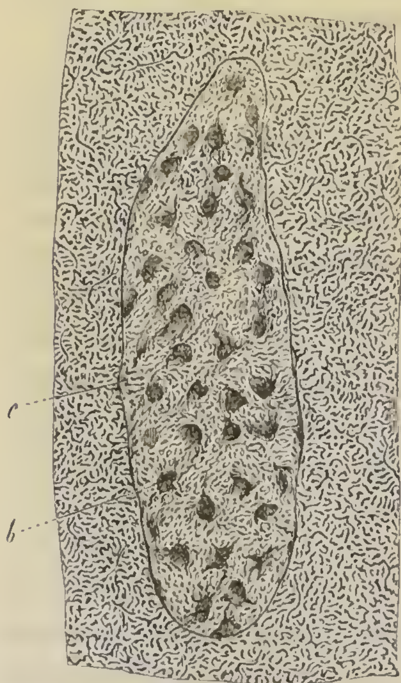


Fig. 251.

Fig. 251. Ein *Peyer*'scher Haufen des Menschen, 4mal vergr. *a.* Gewöhnliche Schleimhautfläche mit Zotten, *b.* Vertiefungen auf dem Haufen, entsprechend den Follikeln, *c.* Zwischensubstanz mit kleinen Zotten.

trägt die Länge meist von 5‴ — 1½″, kann aber auch nur 3‴ sein oder zu 3 — 5″, selbst 1′ steigen, während die Breite 3, 5 — 9‴ misst. Die *Kerkring*'schen Falten sind da, wo die Haufen liegen, gewöhnlich unterbrochen, doch findet man im *Jejunum* die Falten auch auf den *Peyer*'schen Haufen und im *Ileum* statt derselben häufig Reihen dichter stehender Zotten.

Genauer untersucht ergibt sich ein jeder *Peyer*'scher Haufen als eine Vereinigung von mehr weniger geschlossenen, rundlichen oder nach der Darmhöhle zu leicht kegelförmig verschmälerten ⅙-½-1‴ grossen Follikeln, die dicht neben einander, zum Theil in der Schleimhaut selbst, zum Theil im submucösen Gewebe ihre Lage haben, und einerseits nur 0,02 — 0,03‴ von der Schleimhautoberfläche entfernt sind, andrerseits unmittelbar an die eigentliche *Musculosa* angrenzen, die hier etwas fester an der *Mucosa* haftet. Von der Höhle des Darmes aus betrachtet, fallen an denselben beim Menschen vor Allem viele kleine, ⅓—½ — 1‴ von einander abstehende rundliche Vertiefungen auf, welche den einzelnen Follikeln entsprechen und auch an ihrem Boden durch dieselben leicht gewölbt vorspringen, jedoch durchaus keine Zotten tragen. Der übrige Theil der Platten wird von gewöhnlichen Zotten oder netzförmig zusammenfliessenden Fältchen oder Oeffnungen von *Lieberkühn*'schen Drüsen eingenommen, welche letzteren besonders als ein Kranz von 6 — 10 und mehr Oeffnungen, der *Corona tubulorum* der Autoren, rings um die von den Follikeln bedingten leichten Erhebungen angeordnet sind.

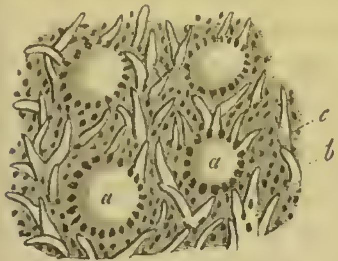
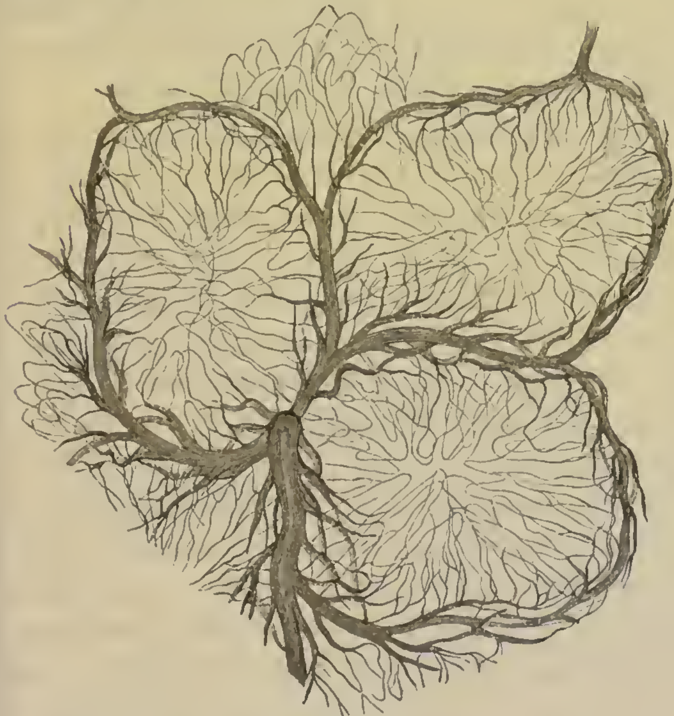


Fig. 252


Fig. 253.

Ein jeder Follikel einer Platte besteht wesentlich aus drei Theilen, einer Hülle, einem innern zarten Maschenwerke *(Reticulum)* und vielen in den Lücken desselben enthaltenen lymphkörperchenartigen Zellen. Ausserdem führen dieselben noch zahlreiche Blutgefässe. Das Maschenwerk, von *Billroth* entdeckt, stimmt ganz und gar mit dem der Tonsillen, der Lymphdrüsen u. s. w. überein, mit andern Worten, es ist dasselbe so gebildet, wie das der cytogenen Bindesubstanz (siehe §. 25) und besteht so-

Fig. 252. Stück eines *Peyer*'schen Haufens eines Greises nach *Flouch*. *a.* Follikel mit den Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen rings herum, *b.* Zotten, *c.* mehr einzeln stehende *Lieberkühn*'sche Drüsen.

Fig. 253. Flächenschnitt aus der Mitte von drei *Peyer*'schen Capseln des Kaninchens, um die Gefässe im Innern derselben zu zeigen. Nach einer Injection von *Frey*.

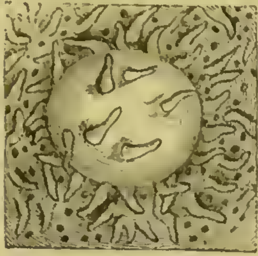
mit theils aus sternförmigen, netzförmig vereinten Bindegewebskörperchen, theils aus einem aus solchen Zellen hervorgegangenen, kernlosen, zarten Fasergerüste, welche beide Formen, je nach den verschiedenen Thierarten und je nach dem Alter der Geschöpfe, bald für sich, bald gemengt auftreten. An der Oberfläche der Follikel verdichtet sich dieses *Reticulum* in eine bald mehr, bald minder derbe, jedoch nie besonders feste Hülle, von der einige Beobachter annehmen, dass sie an besonderen Stellen fehle, was mir jedoch für die Mehrzahl der Fälle entschieden nicht richtig zu sein scheint. Dagegen habe auch ich jetzt davon mich überzeugt, dass benachbarte Follikel nicht selten untereinander zusammenhängen, ohne jedoch diess für die Regel zu halten.

In den Maschen dieses *Reticulum* findet sich etwas Flüssigkeit und vor Allem unzählige rundliche Zellen von 0,004—0,008''' mit einfachen oder mehrfachen Kernen, welche Zellen frisch ganz gleichartig und mattgrau aussehen, durch Wasser und Essigsäure dagegen sich aufhellen und dann vergehen, während zugleich die Kerne körnig werden und sehr deutlich hervortreten. Inmitten dieser Elemente, die hie und da auch Fett in Körnchen enthalten und, wie die Vergleichung ihrer verschiedenen Formen lehrt, in einem beständigen Vermehrungsvorgange durch Theilung begriffen sind, finden sich, wie *Frey* und *Ernst* bei Thieren entdeckt haben und ich für den Menschen bestätigt finde, zahlreiche, aber sehr feine Blutgefässe von 0,0015—0,004''', die mit einem reichen, die Follikel umspinnenden Gefässnetze zusammenhängen, und selbst an dem ganz frischen, mit Sorgfalt herausgenommenen Inhalte der Follikel von Thieren (Schwein z. B.) mit Leichtigkeit sich erkennen lassen. In manchen Follikeln ist nach *His* die Mitte stellenweise oder ganz und gar ohne Gefässe, welche dann im Umkreise mit Schlingen enden, während zugleich in der Mitte das *Reticulum* fehlt oder verkümmert ist.

Von den Lymphgefässen der *Peyer*'schen Haufen war bis vor Kurzem wenig bekannt. So viel stand fest, dass die Menge der zur Verdauungszeit von den *Peyer*'schen Haufen kommenden Chylusgefässe grösser ist, als an andern Stellen des Darmes, obschon auf ihnen unentwickeltere und spärlichere Zotten sich befinden, dagegen war vollkommen unbekannt, wie diese Gefässe im Innern sich verhalten. Jetzt ist durch die Injectionen von *Hyrtl* bei Vögeln und von *Teichmann* bei Säugethieren, sowie durch die Untersuchungen von *His* erwiesen, dass die Follikel im Innern keine Lymphgefässe besitzen. Die von den Darmzotten kommenden Stämmchen bilden in der *Mucosa* ein reichliches Netz und von diesem gehen nach *Teichmann* Gefässe ab, welche mit Netzen die Follikel umstricken, woselbst sie oft auffallend platt gedrückt sind, und dann unterhalb desselben in klappenhaltige Gefässe der *Submucosa* sich fortsetzen. Nach *His* sind die *Teichmann*'schen Netze um die Follikel ausgedehnte, die Follikel oft fast ganz umgebende Lymphsinus, welche ebensowenig besondere Wandungen besitzen, wie nach ihm die entsprechenden Gefässe der Zotten.

Die solitären Follikel *(Glandulae solitariae)* stimmen mit den einzelnen Elementen der *Peyer*'schen Haufen in Grösse, Inhalt (auch die Gefässe im Innern sah ich hier, selbst beim Menschen) und sonstigem Baue so vollkommen überein, dass eine Trennung derselben um so weniger gerechtfertigt ist, als mit Bezug auf die Zahl der Follikel alle möglichen Verhältnisse gefunden

werden, und es auch, wenigstens bei Thieren, *Peyer*'sche Haufen mit 2, 3—5 Follikeln gibt. Beim Menschen ist, wie alle Beobachter mit Recht angeben, ihre Menge äusserst wechselnd; bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis in die Klappenränder ganz übersät mit ihnen oder endlich finden sie sich im *Ileum* und *Jejunum* in gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf wohl als ein regelwidriges Verhältniss bezeichnet werden, da sie bei Neugeborenen und in Leichen von Gesunden beständig, und zwar reichlicher im *Jejunum* als im *Ileum*, vorhanden sind. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung, wie die Elemente der Platten, nur kommen sie auch am Mesenterialrande vor, und tragen auf ihrer meist gewölbt vorspringenden Darmfläche auch Zotten.


Fig. 254.

Die feinere Anatomie der *Peyer*'schen Drüsen ist in neuester Zeit besonders durch *Heidenhain*, *Teichmann* und *His* gefördert worden. *Heidenhain* hat nach *Billroth* zuerst mit Bestimmtheit im Innern der *Peyer*'schen Follikel ein Balkennetz gesehen gleich dem, welches von *Donders* und mir in den Lymphdrüsen aufgefunden worden war. Die Elemente dieses Netzes, sternförmige Zellen vom Werthe der Bindegewebskörperchen oder aus ihnen hervorgegangene kernlose Fasern hängen, wie mit *H.* leicht zu bestätigen ist (Figg. 21, 22), da und dort mit den Blutgefässen der Follikel zusammen, stehen jedoch in keiner offenen Verbindung mit ihnen und gehören Fälle, in denen sie eine kleine Strecke weit von den Blutgefässen aus sich injiciren lassen, von denen *H.* zwei sah, zu den Seltenheiten. Ich deute dieses Vorkommniss so, dass ich annehme, dass bei der ersten Entwickelung der Capillaren der Follikel die Zellen des *Reticulum* zur Bildung derselben dienen. Je nach Umständen erhält sich nun an einzelnen Stellen eine minder ausgebildete Form der Capillaren oder breitet sich in pathologischen Fällen das Capillarnetz weiter aus, und in beiden Fällen zeigen sich dann mehr weniger ausgedehnt offene Verbindungen der Capillaren und Zellen.

Der Werth der Untersuchungen von *Teichmann* in Betreff der *Peyer*'schen Drüsen liegt namentlich darin, dass durch ihn eine durch *Brücke* angeregte Frage über das Vorkommen von Chylusgefässen im Innern der Follikel zu einem, wie es scheint, sichern Abschlusse gelangt ist. Nach *Teichmann* nämlich entspringen weder vom Grunde der *Peyer*'schen Follikel, als unmittelbare Fortsetzung dieser, Chylusgefässe, wie *Brücke* zuerst angenommen hatte, noch kommen solche aus dem Innern derselben heraus, vielmehr ergibt die gelungenste Injection der *Mucosa*, dass die genannten Gefässe an den Follikeln nur vorbeigehen. Nach *Teichmann* haben diese Gefässe wirkliche Membranen, was jedoch von *His* geläugnet wird, der alle Gefässe der *Mucosa* selbst bis zum Grunde der Follikel einfach als wandungslose Räume oder »Schleimhautsinus« (besser Chylusräume) bezeichnet. Dass ich in Betreff der Gefässe der Zotten anderer Meinung bin als *His*, und an denselben wirkliche Membranen sehe, habe ich schon oben angegeben, was dagegen diejenigen der *Peyer*'schen Follikel anlangt, so halte ich es sehr leicht für möglich, dass hier bloss Chylusräume vorliegen, wie *His* will. Haben doch auch die Lymphdrüsen im Innern ganz entschieden keine Gefässe mit besondern Wänden. Immerhin enthalte ich mich beim Mangel eigener Erfahrungen über diesen besonderen Gegenstand eines ganz bestimmten Ausspruches.

Die Untersuchungen von *His* sind, ausser durch die genauere Erforschung der Chylusräume, besonders dadurch bemerkenswerth, dass von ihm zuerst das Vorkommen des eigenthümlichen Gewebes im Innern der Follikel (adenoide Substanz, *His*; cytogene Substanz, *mihi*) auch in der übrigen Schleimhaut des Darmes und seine weite Verbreitung selbst bis in die Zotten hinein, sowie ferner der unmittelbare Zusammenhang dieses Gewebes mit dem der Follikel als eine allgemeine Erscheinung dar-

Fig. 254. Ein solitärer, mit Zotten besetzter Follikel aus dem Dünndarme. Nach *Böhm*. Geringe Vergrösserung.

gethan wurde, in welcher Beziehung freilich die ersten Angaben über solche Verhältnisse bei der Gans durch *Basslinger* und die ausführlicheren trefflichen Angaben *W. Krause's*, die auf mehrere Thiere sich beziehen, sehr dankenswerthe Vorläufer waren. *Krause* braucht auch den vielleicht für einmal noch zu weit gehenden, aber für seine Auffassung der Verhältnisse bezeichnenden Namen »Lymph- oder Lymphkörperchen-infiltration« der Gewebe für die frei auftretende cytogene Substanz. Das *Reticulum* dieser Substanz, über dessen Natur und Bedeutung die Ansichten sehr weit auseinander gingen, wurde von mir für ein Netz von Bindegewebskörperchen erklärt und der einfachen Bindesubstanz eingereiht.

Ueber die sonstigen Verhältnisse der *Peyer*'schen Drüsen bringe ich nun noch Folgendes bei. Wenn auch die Follikel derselben, wie seit *Henle* und *Brücke* viele Beobachter gesehen haben, in einzelnen Fällen untereinander zusammenhängen, so darf es doch wohl bei den meisten Geschöpfen als Regel angesehen werden (eine Ausnahme hiervon macht nach *His* das Kaninchen), dass die Mehrzahl derselben von einander ganz abgegrenzt ist. Dagegen hängen dieselben wohl immer und zwar seitlich in der Höhe der *Muscularis mucosae* mit dem cytogenen Gewebe der *Mucosa* ohne scharfe Grenze zusammen. Die Lage der Follikel ist verschieden. Offenbar sind dieselben eigentlich und ursprünglich Bildungen des submucösen Gewebes, und kenne ich keinen Fall, in dem die *Muscularis mucosae* unter oder nach aussen von denselben ihre Lage hätte. Zwar bildet *His* beim Kalbe, entgegen meiner früheren Angabe, diese *Muscularis* unterhalb der Follikel ab, erneuerte Prüfungen haben mir jedoch ergeben, dass meine erste Angabe vollkommen richtig ist, und empfehle ich zur Untersuchung den follikelfreien Mesenterialrand des Darmes, an dem man leicht sieht, wie die aus Längsfasern bestehende *Muscularis mucosae*, immer den blinden Enden der *Lieberkühn*'schen Drüsen folgend, die innere Fläche der *Peyer*'schen Haufen überzieht, so jedoch, dass sie überall da Unterbrechungen hat, wo die einzelnen Follikel in ihre freien Kuppen übergehen. — Vom submucösen Gewebe wachsen nun aber bei vielen Geschöpfen die inneren Follikelenden in die eigentliche *Mucosa* hinein, und da zeigen sich dann verschiedene Verhältnisse. In den einen Fällen erreichen die Follikel die Schleimhautoberfläche nicht und verlieren sich dann ohne scharfe Grenze im cytogenen Gewebe der *Mucosa*, wie im *Ileum* der Katze nach *His* (l. i. c. Fig. 13). In andern drängen sie sich an die Schleimhautoberfläche heran und erheben dieselbe hügelförmig, wie beim Menschen und Schafe (*His* l. c. Fig. 6), oder in Gestalt von zottenähnlichen Bildungen, die oft sehr entwickelt sind, wie beim Kaninchen (*His* Fig. 5), beim Schweine, beim Kalbe (Fig. 241) und andern. In diesen Fällen allen sind die Follikelkuppen unmittelbar von Darmepithel begrenzt und liegen in Gruben, die von den weiter einwärts gelegenen eigentlichen, jedoch nicht überall gut entwickelten Zotten überragt werden, während die *Lieberkühn*'schen Drüsen so ziemlich in einer Ebene mit den Follikelspitzen liegen. Für diese Fälle scheint mir die Bezeichnung, dass die Follikel nach innen gut begrenzt sind, die passendste, und halte ich es nicht für zweckmässig, die Darmerhebungen, die die Enden der Follikel enthalten, als Zotten zu bezeichnen, mit deren cytogenem Gewebe die Follikel ohne scharfe Grenze zusammenhängen, da diese Erhebungen im Bau von den Zotten erheblich abweichen und namentlich keine Chylusgefässe und Muskeln führen.

Die Blutgefässe der Follikel zeigen nach *His* ein verschiedenes Verhalten. Bei den meisten Geschöpfen erreichen die Ausläufer der Stämmchen, die immer um die Follikel herumliegen, die Mitte nicht und biegen die Capillaren vor derselben schlingenförmig um, so dass die Mitte, um so mehr, da hier auch das *Reticulum* unentwickelt ist oder fehlt, wie eine Art Hohlraum erscheint. In andern Fällen gehen jedoch die Gefässe stellenweise quer durch die Follikel hindurch (s. *His* Fig. 5) und bilden in deren Mitte ein Capillarnetz, während die andern Stellen wie vorhin gemeldet sich verhalten. Die Zwischensubstanz der Follikel, die die Blutgefässstämmchen trägt, ist im submucösen Gewebe gewöhnliches Bindegewebe mit Bindegewebskorperchen, dagegen besteht die Hülle der Follikel selbst, auch wo sie noch so scharf erscheint, wie *W. Krause* richtig angibt, aus nichts als aus dichten Netzen desselben *Reticulum*, das auch im Innern sich findet. —

Die physiologische Bedeutung der Follikel anlangend, so hat die Ansicht, die *His* vertritt, offenbar sehr viel für sich, die nämlich, dass die lymphkörperchen-artigen Zellen im Innern derselben zum Uebertritte in die umgebenden Chylusräume be-

stimmt sind, wonach somit die alte Ansicht von *Brücke* und mir, wonach die *Peyer*'schen Haufen (und die solitären Follikel) zu den Lymphdrüsen gehören, in neuer und bestimmterer Form als früher als begründet sich erwiese. Allerdings lassen sich die Follikel, wie *Teichmann* gezeigt hat, nicht von den Lymphgefässen aus injiciren und enthalten keine Masse, auch wenn die *Mucosa* bis in die Zotten aufs Vollständigste injicirt ist. Allein diess scheint mir wie *His* noch nicht zu beweisen, dass im Leben keine Verbindungen der Follikel und der umgebenden Chylusräume da sind. Vielleicht dass eine Injection der Chylusräume die Follikel allzusehr zusammendrückt, oder es wird der Uebertritt in der einen Richtung leichter als in der andern, oder es gehört vielleicht eine besondere Füllung und Schwellung der Follikel durch vom Darme aus aufgesaugte Flüssigkeiten und Erweiterung ihrer Blutgefässe dazu, um den Uebertritt zu gestatten. In der That ist nun auch die Schwellung der *Peyer*'schen Drüsen während der Aufsaugung leicht zu sehen und haben auch *Brücke*, ich und *W. Krause* bewiesen, dass ihre Follikel um diese Zeit auch durch aufgenommenes Fett selbst milchweiss werden können. Dringt Fett in die Follikel hinein, so wird es wohl sicher auch wieder herausgehen und in die Chylusräume gelangen, und scheint somit wenigstens für diesen Fall die Verbindung mit den Chylusräumen sehr wahrscheinlich. Die Zellen anlangend, erinnere ich auch noch an meine Beobachtung, dass die Chylusgefässe, die von *Peyer*'schen Haufen kommen, entschieden mehr Zellen führen, als die von andern Stellen des Darmes. — Alles zusammengenommen erscheint mir die Hypothese von *His* als eine sehr zusagende, doch gebe ich zu, dass dieselbe noch nicht so gesichert ist, als es wünschbar wäre, und erlaube ich mir überdiess in Betreff der cytogenen Substanz der Darmschleimhaut überhaupt die Ansicht auszusprechen, dass es mir nicht nöthig erscheint, dieses Gewebe überall, wo es auftritt, in eine unmittelbare Beziehung zur Bildung der Lymphzellen zu setzen. Es will mir scheinen, als ob dieses Gewebe an vielen Orten nichts als indifferente Ausfüllungsmasse sei, welches eine gewisse Vergleichung mit dem Fettgewebe zulässt, das ja in seiner embryonalen Form mit dem cytogenen Gewebe fast übereinkommt.

§. 162.

Schleimhaut des Dickdarmes. Dickdarm und Dünndarm stimmen im Baue ihrer Schleimhaut in so vielen wesentlichen Punkten überein, dass es hinreichen wird, auf einige wenige Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Der Dickdarm hat, mit Ausnahme des Mastdarmes, keine eigentlichen Schleimhautfalten, denn in die *Plicae sigmoideae* geht auch die Querfaserschicht der *Musculosa* ein. Ebenso fehlen auch vom scharfen Rande der *Valvula Bauhini* an, in welche die *Musculosa* ebenfalls mit eingeht, die Zotten ganz und ist die Oberfläche der *Mucosa*, abgesehen von kaum bemerkbaren kleinen warzenartigen Erhebungen einzelner Orte, eben und glatt. — Die Muskellage der *Mucosa* ist im *Colon* beim Menschen schwer zu sehen, aber bestimmt da, im Mastdarme dagegen deutlicher; bei Thieren sehe ich dieselbe ganz entwickelt. Nach *Brücke* sind im *Colon* (bei Thieren?) die auch hier vorkommenden Längs- und Querfaserschichten derselben nur 0,013‴ dick, welche Verdünnung auf Rechnung der äussern Längsfasern komme, die auf eine dreifache, selbst nur zweifache Faserlage beschränkt seien; im *Rectum* seien die Schichten wieder gleich dick, beide zusammen etwa 0,022‴, am *Anus* selbst bis 0,088‴ und mehr. Nach *Treitz* gehen die Muskelfasern hier auch in die *Columnae Morgagnii* ein.

Die drüsigen Gebilde des Dickdarmes sind *Lieberkühn*'sche Drüsen und solitäre Follikel. Die ersteren, auch Dickdarmdrüsen genannt, finden sich überall von der *Bauhini*'schen Klappe bis zum *Anus* und auch im *Processus vermicularis* eine dicht gedrängt an der andern, und vollkommen

eben so gebaut, wie die des Dünndarmes, nur entsprechend der grösseren Dicke der Schleimhaut länger und breiter (von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}'''$ Länge, $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{20}'''$ Breite). Auch hier sah ich beim Menschen und bei Thieren, ausser einem schönen Cylinderepithel, im frischen Zustande durchaus keinen geformten Inhalt. — Die solitären Follikel stehen im *Processus vermicularis* einer dicht an dem andern, sind im Blindsacke und Mastdarme sehr häufig, und auch im *Colon* meist zahlreicher als im Dünndarme. Von denjenigen des letztern Ortes unterscheiden sie sich durch ihre bedeutendere Grösse (von $\frac{3}{4}$, 1—$1\frac{1}{2}'''$) und dadurch, dass auf jedem der kleinen Schleimhauthügel, welche durch die Follikel bedingt werden, in der Mitte eine kleine grubige, längliche oder runde Oeffnung von $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{12}'''$ sich befindet, die zu einer kleinen Schleimhauteinsenkung über den Follikeln führt. Durch diese Grübchen, die an regelrechten Dünndarmfollikeln durchaus fehlen, hatte sich *Böhm* seiner Zeit verleiten lassen, diese Follikel für schlauchförmige Drüsen mit Oeffnungen zu halten, was aber nicht richtig ist. Denn im Grunde dieser Vertiefung liegt, wie auch *Brücke* bemerkt, eine ganz geschlossene, etwas platte Capsel ganz von demselben Baue, wie die Follikel im dünnen Darm, und auch mit Gefässen im Innern, die ich neulich ebenfalls beim Menschen fand.

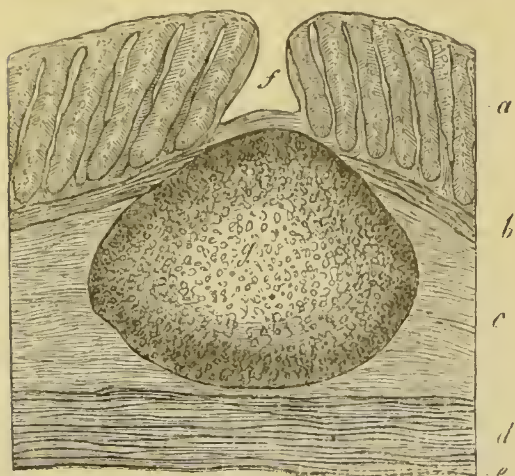


Fig. 255.

Die Blutgefässe der Drüsen und Follikel des Dickdarmes verhalten sich wie im Dünndarme. Um jede *Lieberkühn*'sche Oeffnung herum zeigt sich ein Ring von Gefässen von 0,006—0,01''', der bald einfach, bald, namentlich in der Nähe der solitären Capseln, mehrfach ist. Von diesen Gefässen aus beginnen weitere Venenstämme, die zwischen den Drüsen in die Tiefe ziehen, während um diese herum feinere unmittelbar aus den Arterien entspringende Capillaren ein dichteres Netz bilden (Fig. 240). Das Verhalten der Lymphgefässe in der *Mucosa* war bis vor Kurzem gänzlich unbekannt. Auch *Teichmann* sah aus dem oberflächlichen Lymphgefässnetze (dem der *Submucosa*) nur selten Schlingen aufwärts zwischen die blinddarmförmigen Drüsen sich erstrecken. Dagegen gelang es *His*, auch in den oberflächlichen Lagen der Dickdarmschleimhaut des Schafes Lymphgefässe aufzufinden, eine Entdeckung, die bald darauf von *Frey* bestätigt und erweitert wurde. Nach diesem Forscher kommen nicht nur in den Dickdarmzotten des Kaninchens ein oder zwei blinde Lymphkanäle vor, sondern es finden sich solche Gefässe auch im *Colon* des Meerschweinchens, des Schafes und Kalbes oberflächlich in der Nähe der Ausmündungsstellen der Drüsen (s. *Schärtl* l. c. S. 10). Beim Menschen sind diese Gefässe allerdings noch nicht gesehen, doch unterliegt ihr Vorkommen kaum einem Zweifel. Die Nerven des *Colon* verhalten

Fig. 255. Solitärer Follikel aus dem *Colon* eines Kindes. Vergr. 45. *a.* Schlauchförmige Drüsen, *b.* Muskellage der *Mucosa*, *c.* submucöses Gewebe, *d.* Quermuskeln, *e. Serosa*, *f.* Vertiefung der Schleimhaut über dem Follikel *g*.

sich im Wesentlichen wie die des Dünndarmes (s. §. 153, 154), und was das Epithel anlangt, so gilt von demselben das Nämliche, nur ermangeln dessen Zellen der porösen dicken Säume. Am *Anus* grenzt sich dasselbe durch einen ziemlich scharfen Rand von der äussern Epidermis ab.

Die Untersuchung der Darmschleimhaut bietet grössere Hindernisse als die anderer Theile dar. Das Epithel findet sich in der Regel nur an ganz frischen Därmen gut erhalten und zerfällt meist leicht in seine Elemente. Will man dasselbe gut sehen und namentlich auch die porösen Säume untersuchen, so wendet man am besten *Humor vitreus*, Kochsalz von ½ pCt., oder phosphorsaures Natron von 3 — 5 pCt. an, doch thun auch verdünnte Chromsäure, doppeltchromsaures Kali und *Kali causticum* von 35 pCt. gute Dienste. Die *Villi* sieht man am besten an dünnen mit einer feinen Scheere entnommenen senkrechten Schnitten, dann bei kleiner Vergrösserung bei Beleuchtung von oben. Während der Aufsaugung findet man dieselben meist von Fett gefüllt, so dass man ihre einzelnen Theile, mit Ausnahme der Chylusgefässe, die durch Essigsäure und noch besser durch verdünntes *Natron causticum* deutlich werden, nicht wahrnimmt. Ausserhalb dieser Zeit erkennt man die Muskeln der Zotten bei Essigsäurezusatz leicht an ihren Kernen. Für die Blutgefässe muss man Injectionen haben, am besten solche, die von Arterien und Venen aus zugleich gemacht sind, und dieselben feucht aufbewahren (doch sieht man die Gefässe der Zotten auch an ganz frischen Därmen leicht). Dasselbe gilt von den übrigen Darmtheilen, für die namentlich senkrechte Schnitte belehrend sind. Zur Untersuchung der Chylusgefässe macht *Brücke* die Darmschleimhaut mit einer Eiweisslösung durchsichtig, die so bereitet wird. Zum Weissen von Eiern wird so viel starke Kalilauge gesetzt, dass das Ganze zu einer Gallerte erstarrt. Nach einigen Tagen Stehens im warmen Zimmer wird die Gallerte wieder flüssig, während sie zugleich nach Ammoniak riecht. Dann wird noch mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und durchgeseiht. In Betreff der Injectionen der Chylusgefässe vergleiche man die neuern Arbeiten von *Hyrtl*, *Teichmann*, *His* und *Frey*. Für die Drüsen benutze ich vor Allem frische Darmstücke, obschon die Darstellung an solchen oft, wie im Magen, ungemein schwierig ist, dann aber auch in absolutem Alkohol, Holzessig oder Chromsäure erhärtete, ferner nach *Purkyně* und *Middeldorpf* mit Essigsäure von 80 pCt. gekochte oder getrocknete, oder nach *Wasmann* mit Gummi getränkte und getrocknete Schleimhaut, von der man mit einem scharfen Messer dünne senkrechte und quere Schnitte entnimmt, die man nach Bedarf noch durch ein wenig Natron hell macht. Am schwierigsten ist die Zerlegung der Magenmucosa in ihre Elemente, namentlich wenn sie so dick ist, wie beim Pferde und Schweine. Leichter geht es beim Hunde, der Katze, dem Kaninchen, den Wiederkäuern, wo man oft, wenn man mit einem Messerrücken stark drückend über die Schleimhaut fährt, das Epithel der Drüsen im Zusammenhange herausfördert, was natürlich allen gewünschten Aufschluss über die Form und die Auskleidung der Drüsen gibt. Uebrigens zerfällt auch beim einfachen Zerrupfen die Magenschleimhaut der letztgenannten Thiere oft leicht in ihre Elemente. Sehr schön kommen die Drüsen vereinzelt zur Anschauung durch Erweichen der Darmschleimhaut in *Kali causticum* von 35 pCt.

Die *Brunner*'schen Drüsen machen keine Schwierigkeiten bis auf die Ausführungsgänge, die man jedoch an senkrechten Schnitten und bei Thieren auch beim Zerzupfen der *Mucosa* deutlich sieht. Ebenso stellen sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen meist ungemein leicht in ihrer ganzen Länge dar; während die geschlossenen Follikel des Darmes und die *Peyer*'schen Drüsen am besten an in Alkohol oder Chromsäure erhärteten Stücken untersucht werden. Feine mit dem Rasirmesser entnommene Schnitte zeigen alle Verhältnisse sehr schön und kann man dieselben dann noch nach einigem Erweichen in Wasser auspinseln, um die cytogene Bindesubstanz zur Anschauung zu bringen oder mit Essigsäure behandeln, welche die Bindegewebskörperchen und Muskeln deutlich macht. Ausserdem kann man die *Musculosa* der Schleimhaut von aussen durch Ablösen der *Tunica nervea* entblössen und dann in kleinen Segmenten von der Drüsenschicht ablösen; ihre Elemente sieht man nach Erweichen in Salpetersäure von 20 pCt. sehr gut. Die Nerven und Ganglien der *Submucosa* sieht man an Därmen, die ein paar Tage mit verdünnter Essigsäure oder verdünntem Holzessig behandelt wur-

den, sehr leicht, schwieriger die der *Muscularis*, bei denen übrigens dieselben Mittel die tauglichsten sind.

Literatur des Darmcanals. *Th. L. W. Bischoff*, in *Müll.* Arch. 1838, S. 503, mit Abb; *Wasmann*, *De digestione nonnulla.* Berol. 1839. *c. tab.*; *L. Böhm*, *De glandularum intestinalium structura penitiori.* Berol. 1835. 8. *c. tab.*, und: Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berl. 1838; *J. Henle*, *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum.* Berol. 1837. 4. *c. tab.*; *A. Th. Middeldorpf*, *De glandulis Brunnianis.* Vratisl. 1846. *c. tab.*; *Frerichs* (und *Frey*), Art. »Verdauung« in *Wagner's* Handw. der Physiologie. Bd. III. S. 738—755; *R. O. Ziegler*, Ueber die solitären und *Peyer*'schen Follikel. Würzb. 1850. *Diss.*; *E. Brücke*, 1) Ueber den Bau und die physiologische Bedeutung der *Peyer*'schen Drüsen, in Denkschr. der Wiener Akademie. Bd. II. 1850. S. 21. Mit 1 Tafel; 2) Das Muskelsystem der Schleimhaut des Magens, und 3) Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem, in den Berichten der Akademie. 1851; *Kölliker*, Ueber das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Schleimhäuten, in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. III. 1851. S. 106, und Nachtrag dazu S. 233; *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. *Diss. c. tab.*; *Ecker*, Ueber die Drüsen der Magenschl. des Menschen, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 243; *Henle*, Ueber die Drüsen des menschl. Magens, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 309; *Bruch*, Beitr. z. Anat. u. Phys. der Dünndarmschleimhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. S. 282; *Brücke*, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1853, dann in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1853. S. 282, 378, 571; *Kölliker*, Histologische Studien, in Würzb. Verh. IV. S. 52; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 1852. Oct. p. 218 u. 265, und Febr.—Apr. 1853; *Brücke*, Die resorb. Gefässe d. Darmschl., in Wiener Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Nachw. von Chylus im Innern der *Peyer*'schen Drüsen, in Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1855. S. 267; *A. Kölliker*, Nachweis eines bes. Baues der Cylinderzellen des Dünndarms, in Würzb. Verh. Bd. VI; Bemerk. üb. d. Resorpt. d. Fettes im Darmcanal. Ebend. Bd. VII; *Zenker*, Verh. d. Chylusgef. v. Darmschl., in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 321; *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 307, Ebend. VII. S. 315; Wiener Woch. 1855. Nr. 31; *v. Wittich*, Beitr. z. L. v. d. Fettresorption, in *Virch.* Arch. XI. S. 37; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 319; *J. Brettauer* und *Steinach*, Unt. üb. d. Cylinderepithel. d. Darmzotten. Wien 1857; *H. Welcker*, Bem. z. Mikrogr., in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. S. 329; *G. Meissner*, Ueber die Nerven der Darmwand, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII. 1857. S. 364; *Th. Billroth*, Einige Beob. üb. d. ausged. Vorkommen von Nervenanastomosen im *Tract. int.*, in *Müll.* Arch. 1858. S. 148; *R. Remak*, Ueber periphere Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohres, in *Müll.* Arch. 1858. S. 189; *W. Krause*, in Anat. Unters. 1861. S. 64 (Darmganglien); *Heidenhain*, Die Absorptionswege des Fettes, in *Moleschott's* Untersuchungen. Bd. IV, und *Symbol. ad anat. gland. Peyeri.* Vratisl. 1859, und *Müll.* Arch. S. 474; *W. Lambl*, Mikr. Unters. der Darmexcrete, in Prag. Viertelj. 1859. I. S. 1 (Darmepithelien); ferner *Löschner* und *Lambl*, Aus dem Franz Josef Kinderspitale in Prag. Th. I. Prag 1860; *W. Breiter* und *H. Frey*, Beitr. z. Kennt. d. Ganglien in der Darmwand d. Menschen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 126; *E. Rindfleisch*, in *Virch.* Arch. XXII. S. 260 (Bau der Schleimhäute); *A. Wiegandt*, Unters. üb. d. Dünndarm-Epithel u. dessen Verh. z. Schleimhautstrome. Dorp. 1860. *Diss.*; *C. Balogh*, Das Epithel. d. Darmzotten in versch. Resorptionszuständen, in *Moleschott's* Unters. VII; *L. Auerbach*, Ueber einen *Plexus myentericus*. Breslau 1862; *W. His*, Unters. üb. d. Bau d. *Peyer*'schen Drüsen u. d. Darmschleimhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 416; Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe. Ebendas. XII. S. 223; *H. Frey*, Ueber die Lymphgefässe der Colonschleimhaut, in der Vierteljahrschr. der Züricher naturf. Ges. Bd. VII. 1862; *A. Schärli* (und *Frey*), Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich 1862. *Diss.* — Von Abbildungen sind zu nennen *Ecker's Icon.* Tab. I. II. (sehr schön); *Funke*, Atlas. Tab. VIII.

V. Von der Leber.

§. 163.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet, und durch den Bau des absondernden, die Galle bereitenden Gewebes eine ganz eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das absondernde Gewebe, bestehend aus den die Läppchen oder Inselchen der Leber bildenden Leberzellennetzen: die aus diesen entspringenden Gallengänge mit den abführenden Gallenwegen; sehr zahlreiche Blutgefässe; ziemlich viele Lymphgefässe und Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell.

§. 164.

Absonderndes Gewebe, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer menschlichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind, Mark- und Rindensubstanz *(Ferrein)*, welche Färbung nur von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Capillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Von Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Lebergewebes geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgezeichnet sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nichts, vielmehr stehen hier sowohl das absondernde Gewebe als auch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Capillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange. Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das absondernde Lebergewebe als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch keineswegs von einander getrennt, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen *(Arnold)* entstehen dadurch, dass 1) die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe, die *Venae inter-* und *intralobulares (Kiernan)*, durch die ganze Leber in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass die Leber aus kleinen Stückchen von $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ — 1‴ Durchmesser besteht, welche ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung geben und von aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnehmen, und 2) auch die Anfänge der gallenableitenden Gänge oder der Lebergänge nicht regellos im Gewebe zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{2}$‴ von den Anfängen der Lebervenen beginnen

und mit den feinsten Pfortaderästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur absonderndes Gewebe, Capillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Drüsengewebe und den Capillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von verschiedenen Seiten her an die genannten Abschnitte treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht rings herum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Gürtel um sie bilden.

Die Lebern der Thiere, die scharf gesonderte Läppchen darbieten (Eisbär, *J. Müller;* Schwein), sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit, und gebe ich daher in Folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe überall in viele kleine, rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse ($^1/_2$—$1\,^1/_4'''$) abgetheilt, welche aus dem eigentlichen Lebergewebe bestehen und von weisslichen, dem Auge leicht sichtbaren Scheidewänden abgegrenzt sind. Schabt man eine Schnittfläche mit einem Messerstiele, so stellen sich den Feldern an Grösse gleiche, eckige Lebermassen dar und bleiben die Capseln, die dieselben umgeben, als leere Fächer, wie Bienenwaben, zurück. Noch deutlicher treten die letzteren hervor, wenn man ein dünnes Leberschnittchen mit den Fingern im Wasser leicht knetet, abspült und auf schwarzem Grunde untersucht, in welchem Falle manche Fächer fast ganz geschlossen bleiben und noch deutlicher als vollständige Capseln sich darstellen. Diese Capseln gehören nach *Beale* jedem Leberläppchen besonders an, immerhin kann man, da sie durch ein mehr lockeres Bindegewebe auch unter einander zusammenhängen, dieselben auch als ein durchweg zusammenhängendes Fächerwerk sich denken, in dessen Maschen die Leberläppchen enthalten sind. Verfolgt man die Capseln oder die Scheidewände der Läppchen, so findet man, dass dieselben vor-

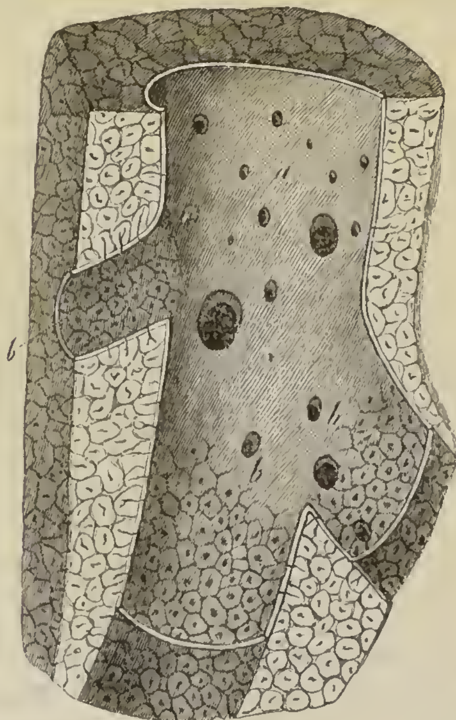


Fig. 256.

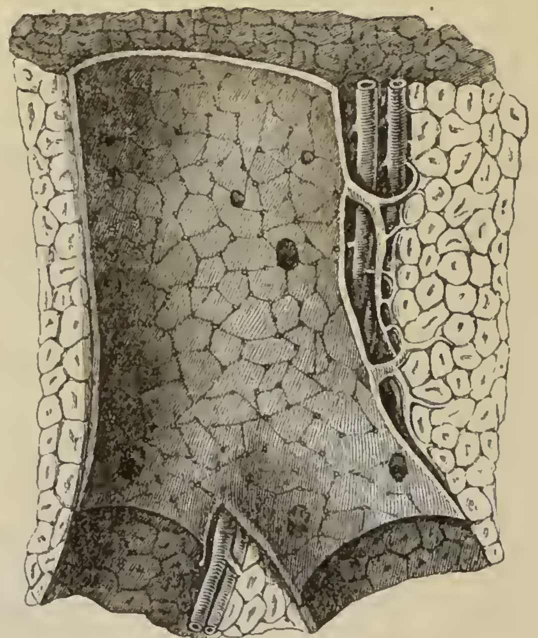


Fig. 257.

Fig. 256. Segment der Schweinsleber, mit einer geöffneten Lebervene, etwas vergr. *a.* Grosse Vene, in die noch keine *Intralobulares* einmünden, *b.* Aeste derselben mit *Intralobulares* und durchschimmernden Grundflächen der Läppchen. Nach *Kiernan.*

Fig. 257. Aufgeschnittener Pfortaderast des Schweines mit den ihn begleitenden Aestchen der Leberarterie und des Leberganges. Nach *Kiernan.*

züglich Ausbreitungen des die *Vena portae* u. s. w. begleitenden Bindegewebes oder der sogenannten *Capsula Glissonii* sind, jedoch auch mit der serösen Hülle der Leber zusammenhängen und an die grösseren Lebervenen sich anschliessen. — Die Beziehung der Läppchen zu den Lebergefässen hat *Kiernan* zuerst richtig aufgefasst, wenn er sagt, dass dieselben den Aestchen der Lebervenen aufsitzen, wie Blätter ihrem Stiele. In der That findet man, wenn man einen kleineren Ast der Lebervenen aufschneidet (Fig. 256 *bbb*), dass derselbe von allen Seiten von Leberläppchen umgeben ist und je eine Vene aus einem derselben bezieht, so dass dieselben wirklich wie auf kurzen Stielen ihm aufzusitzen scheinen. Da nun diess von den Venen mittleren Durchmessers an bis zu den *Venae intralobulares* ganz gleich sich findet, so kann man nicht ohne Grund die Lebervenen und die Leberläppchen mit einem Baume vergleichen, dessen Aeste so zahlreich und so dicht mit vieleckigen Blättern besetzt sind, dass das Laubwerk so zu sagen nur Eine Masse ausmacht. Denkt man sich nun in diesen Lebervenenbaum von der Seite der Krone her ein anderes verästeltes Gefässsystem so eingeschaltet, dass seine grösseren Aeste in die Spalten zwischen den Hauptgruppen desselben, die kleineren und kleinsten in die Zwischenräume zwischen die untergeordneten Massen und die Läppchen selbst eindringen, so zwar, dass jedes Läppchen vielfach von den feinsten Zweigchen berührt wird und noch von einem sie begleitenden Bindegewebe Scheiden erhält, so hat man auch das Verhältniss der Pfortader so bestimmt als es möglich ist, sich vorgestellt. — Was die Gallengänge und die Leberarterie anlangt, so begleiten dieselben einfach die Pfortader und bedürfen daher keiner weitern Erwähnung. — Die Form der Läppchen ist in der Schweinsleber eine eckige, so dass sie auf dem Quer- und Längsschnitte meist unregelmässige Vier-, Fünf- und Sechsecke bilden.

In der menschlichen Leber ist das Bindegewebe zwischen den Leberinseln im Begleite der *Vena portae* sehr spärlich, und kann weder von Scheiden um die einzelnen Inseln herum noch von einer irgendwie vollständigen Einschliessung derselben durch die Gefässe die Rede sein. Bei der *Cirrhosis hepatis* vermehrt sich dagegen das Bindegewebe im Lebergewebe ungemein und können dann auch die einzelnen absondernden Abschnitte deutlicher hervortreten, oder wirklich als Läppchen ganz geschieden sein. — Die rothbraune Lebersubstanz ist weicher, weil mehr erweicht, und sinkt an der Oberfläche und auf Schnitten mehr ein als die andere; auch lässt sich dieselbe leichter abschaben und fällt an feinen Schnitten gern theilweise aus. Die Rindenschicht, die die rothbraunen Flecken netzförmig umgibt, zeigt schmalere Stellen, *Fissurae interlobulares Kiernan*, und breitere eckige, *Spatia interlobularia*, in denen nicht selten ein Blutpunkt von einem Pfortaderästchen her zu sehen ist, doch nicht so regelmässig, wie in den braunen Stellen, wo derselbe von der *Vena intralobularis* herrührt und oft sternförmig erscheint. Durch grössere Füllung des Capillarnetzes kann es geschehen, und nach *Theile* ist diess bei der Mehrzahl gesunder menschlicher Lebern die Regel, dass die *Fissurae interlobulares* verschwinden und die braune Substanz in Gestalt eines Netzes, die gelbe in begrenzten Flecken auftritt. Ich finde ganz frische Lebern meist gleichmässig gefärbt, wie ich schon oben angab. — *Kiernan* beschreibt von Kindern auch noch eine Umkehrung der Färbung, die er von einer Ueberfüllung mehr auf Seiten der *Vena portae* abhängig macht, so dass die äusseren Theile der Leberläppchen blutreicher seien, auf welche Form ich ebensowenig wie *Theile* bisher geachtet habe.

§. 165.

Leberzellen und Leberzellennetz. Ein jedes Leberinselchen enthält wesentlich zwei Elemente: 1) ein Netz von Capillaren, die einerseits mit den feinsten Pfortaderästchen zusammenhängen, andererseits zu der centralen Vene desselben, einem der Anfänge der Lebervenen, sich ansammeln, und 2) ein Flechtwerk von zarten Balken, die aus nichts anderem als aus dicht und unmittelbar aneinander gefügten Zellen, den sogenannten Leberzellen, bestehen. Diese beiden Netze sind so durcheinander gewirkt, dass die Zwischenräume des einen von den Theilen des andern vollkommen ausgefüllt werden, und wenigstens bei bluthaltigen oder

injicirten Gefässen keinerlei Zwischenräume zwischen denselben sich finden. Von gallenführenden Kanälchen ist im Innern der Leberinselchen nichts zu sehen und treten solche erst im Umfange der Leberinselchen da auf, wo auch die feinsten Aestchen der Pfortader sich befinden; ihren Zusammenhang mit dem Leberzellennetze, das unzweifelhaft als absondernder Theil der Leber anzusehen ist, hat erst in der neuesten Zeit *Beale* wirklich beobachtet und so eine wesentliche Lücke in der feineren Anatomie der Leber ausgefüllt. Abgesehen von diesen zwei Bestandtheilen enthalten die Leberläppchen nichts als eine geringe Menge einfacher Bindesubstanz, und vielleicht Lymphgefässe und Nerven, auf welche Theile erst in der neuesten Zeit die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist.

Die mit der grössten Leichtigkeit einzeln sich darstellenden Leberzellen gleichen, bei einer Grösse von 0,008—0,012''' im Mittel, 0,006—0,016''' in den äussersten Grenzen, in der Form den Elementen des Pflasterepithelium, nur dass ihre Gestalt unregelmässiger ist. Ihre Hülle ist zart und vollkommen geschlossen, und ihr Inhalt in ganz gesunden Lebern, wie man sie beim Menschen seltener findet, abgesehen von einem runden, bläschenförmigen, 0,003—0,004''' grossen Kerne mit *Nucleolus*, der in sehr vielen Zellen doppelt vorhanden ist, eine feinkörnige, leicht ins Gelbe spielende halbflüssige Substanz, die, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, wahrscheinlich die wesentlichen Elemente der Galle enthält. — Ausserdem finden sich häufig noch Fetttröpfchen und gelbe Farbkörner. Die erstern (Fig. 258 *c*) zeigen sich bei fettiger Entartung der Leber in allen Leberzellen in solcher Menge, dass diese gewissen Formen von Fettzellen sehr ähnlich werden, und erfüllen als wenige grössere oder viele kleinere Tröpfchen die Zellen meist ganz, so dass der Kern unsichtbar wird. Von diesen ausgezeichnetesten Formen bis zu gewöhnlichen Zellen mit einigen wenigen kleinen oder einem einzigen etwas grösseren Tröpfchen gibt es alle Uebergänge, und zwar kommen die fettärmeren Zellen in gewissen Mengen fast in jeder der gewöhnlich zur Section kommenden Leichen vor, so dass man, wenn man nicht die Verhältnisse der Thiere, wo diese Fetttropfen fehlen, im Auge behielte, die Erscheinung für eine wenigstens in ihren geringeren Graden ganz regelrechte halten könnte. Fast dasselbe gilt von den Farbkörnchen (Fig. 258 *b*). Auch sie sind, wenn sie reichlich auftreten, sicher regelwidrig, können dagegen, wo sie vereinzelt sich finden, nur als eine geringe Abweichung angesehen werden. Dieselben sind klein, kaum über 0,001''', gelb oder gelbbraun, und verhalten sich gegen Reagentien gerade so, wie der innerhalb des Darmkanals niedergeschlagene Gallenfarbstoff, indem sie durch Salpetersäure keine Farbenveränderungen erleiden und in kaustischen Alkalien sich nicht lösen.



Fig. 258.

Fig. 258. Leberzellen des Menschen, 400mal vergr. *a*. Mehr regelrechte Zellen, *b*. mit Farbkörnchen, *c*. mit Fett.

Die Leberzellen sind in den Leberinselchen so angeordnet, dass sie, unter Beihülfe einer geringen Menge einer verbindenden einfachen Bindesubstanz, jedoch ohne eine besondere umschliessende Hülle, dadurch, dass die Zellen mit ihren abgeplatteten Flächen aneinander sich legen, ein Netz bilden. Die einfachen oder ästigen Reihen von Leberzellen, die man unter abgeschabten Lebertheilchen fast immer findet, sind nichts als Bruchstücke des Leberzellennetzes, dessen Elemente nicht besonders fest zusammen-

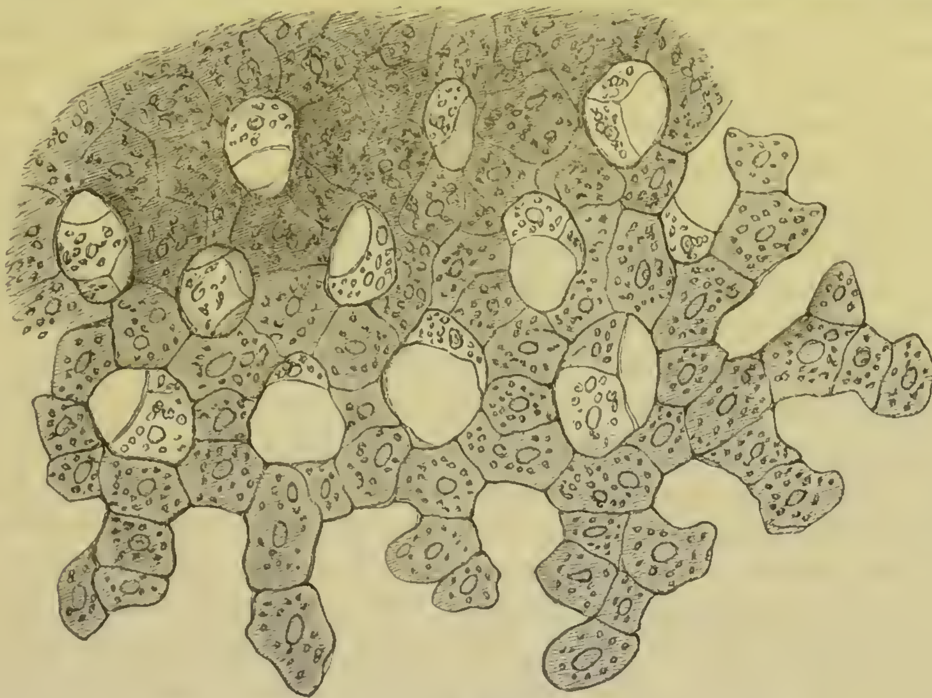


Fig. 259.

hängen. Im Ganzen aufgefasst, zeigt das Netz eines jeden Leberinselchens am Umfange desselben mehr rundliche Maschen, im Innern dagegen regelrecht eine strahlenförmige Anordnung, in der Art, dass auf Querschnitten, die durch die Centralvene gehen, von derselben aus langgestreckte und verästelte Balken von Leberzellen mit kurzen Seitenverbindungen einer dicht am andern nach allen Seiten sich ausbreiten, so dass die Maschen zwischen denselben als längere enge Spalten erscheinen. — Die Leberzellenbalken bestehen meist aus 1—3, seltener aus 4—5 Zellenreihen, haben 0,01-0,015''' Durchmesser im Mittel, 0,006—0,02''' in den äussersten Grössen und sind im Allgemeinen walzen- oder säulenförmig, jedoch keineswegs regelmässig, sondern bald so, bald anders, mit gewölbten, ebenen und selbst stellenweise vertieften Oberflächen mit abgerundeten oder scharfen Kanten. Die Maschen des Leberzellennetzes entsprechen den Durchmessern der Capillaren und gröberen an sie angrenzenden Gefässe der Leberinselchen, von denen sie im Leben ganz erfüllt sind, und werden weiter unten eine genauere Würdigung finden.

Dem Auseinandergesetzten zufolge enthält das absondernde Gewebe der Leber durchaus keine Kanäle, welche man als feinste Gallenkanälchen bezeichnen könnte, sondern besteht aus Netzen von Leberzellenbalken, denen jede besondere Hülle und jeglicher kanalartige Raum im Innern zur

Fig. 259. Ein Theilchen des Leberzellennetzes des Menschen aus den äusseren Theilen eines Leberinselchens mit grösseren Gefässräumen, 450mal vergr.

Aufnahme der Galle des Gänzlichen abgeht, welche Ansicht von mir zuerst im Jahre 1852 mit Bestimmtheit aufgestellt und auch physiologisch verwerthet worden ist, nachdem schon vor mir *Handfield Jones* die Leberläppchen als aus nicht hohlen Zellenreihen zusammengesetzt beschrieben hatte (s. Mikr. Anat. II. 2). In der neueren Zeit hat auch *Beale* im Wesentlichen dieser Ansicht sich angeschlossen, dieselbe jedoch insofern erweitert, als er behauptet, 1) dass die Leberzellenbalken an der Oberfläche der Leberläppchen, da wo sie an die feinsten wirklichen Gallenkanälchen sich anschliessen, noch äusserst zarte Hüllen haben, und 2) dass beim Fötus alle Leberzellenbalken solche Hüllen besitzen, von denen jedoch später die im Innern des Läppchens schliesslich so mit den Gefässen verschmelzen, dass sie nicht mehr nachzuweisen sind. Wenn *Beale* ferner annimmt, dass die Leberzellen den Raum der mit den Capillaren verschmolzenen *Membrana propria* nicht ganz anfüllen, so dass die Galle zwischen den Zellen und der fraglichen Hülle abfliesse, so ist er sicherlich im Irrthume und kann meiner Meinung zufolge, mag man auch über die Anwesenheit einer Hülle welche Ansicht haben als man wolle, doch darüber kein Zweifel sein, dass das Lebergewebe einzig und allein aus dicht vereinten Zellen und Capillaren ohne weitere Zwischenräume zwischen denselben besteht. Ist dem wirklich so, so springt die grosse Abweichung der Leber von allen andern Drüsen des Körpers klar in die Augen und wirft sich die gewichtige Frage auf, wie bei einer solchen Anordnung die Galle aus dem Innern der Zellen, in das wir ihre Bildung versetzen, fortgeführt und schliesslich abgeleitet werde. Mit Bezug auf letzteres haben nun die Untersuchungen von *Beale*, welche lehren, dass die feinsten Gallengänge an der Oberfläche der Läppchen unmittelbar in Leberzellenbalken sich fortsetzen, die noch eine deutliche *Membrana propria* haben, alle wünschbaren Aufschlüsse gegeben (siehe unten), und was das erstere anlangt, so wird es nicht abzuweisen sein, dass die Galle, die in den Leberzellen sich bildet, von Zelle zu Zelle nach aussen geleitet werden muss. Eine solche Fortleitung durch geschlossene Zellen hat, wie die Pflanzenphysiologie zur Genüge lehrt, durchaus nichts Unmögliches, nur wird dieselbe natürlich nicht so rasch vor sich gehen können, wie an Orten, wo wirkliche Kanäle diesem Zwecke dienen. Da die Galle, wie die neuern Erfahrungen immer deutlicher zeigen, nicht nur aus dem Blute ausgeschieden, sondern wirklich in der Leber gebildet wird und zugleich bei weitem die zusammengesetzteste Absonderung ist, so lässt sich vermuthen, dass die eigenthümliche Anordnung des absondernden Gewebes in der Leber hiermit im nächsten Zusammenhange steht. In der That werden mit dem Blutplasma, wenn es viele Zellen zu durchlaufen und die Einflüsse derselben zu erleiden hat, bevor es an die ableitenden Kanäle gelangt, ganz andere Veränderungen vor sich gehen müssen, als wenn dasselbe nur durch eine einfache Zellenlage und eine oder zwei structurlose Häute von den Drüsenkanälen geschieden ist. Die Langsamkeit der Absonderung, die nothwendig da sein muss, wird durch die Ausbildung des Drüsensaftes und die Grösse des Organes aufgewogen.

Die Bindesubstanz im Innern der Leberläppchen besteht nach meinen Erfahrungen aus einer äusserst geringen Menge einer gleichartigen formlosen Substanz und einer gewissen Anzahl zarter sternförmiger kernhaltiger

Bindegewebskörperchen. Beide diese Theile haben ihre Lage zwischen den Blutgefässen und Leberzellenbalken. Nach *His* (Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 340. Tab. XXVIII. Fig. 14) tritt dieses Zwischengewebe auch für sich auf in Gestalt gefässloser feiner Balken, welche einzelne Capillaren verbinden, so dass somit die Leberzellenbalken stellenweise nur von Bindegewebe begrenzt wären. Ich kann ebenso wie *Henle* (*Splanchn.* Fig. 143) diese Beobachtung bestätigen, doch wage ich in Betreff der Deutung dieser gefässlosen Balken kein Urtheil und will ich nur bemerken, dass dieselben auch sich entwickelnde oder in Rückbildung begriffene Capillaren oder endlich den Bindegewebskörperchen angehörende Stränge sein könnten.

Die feinere Anatomie der Leber ist durch die sorgfältigen Untersuchungen *Beale's*, dessen Präparate ich aus eigener Anschauung kenne, sehr wesentlich gefördert worden und betrachte ich als das Hauptergebniss derselben einmal den Nachweis des unmittelbaren Zusammenhanges zwischen den feinsten Gallengängen und den Leberzellenbalken, und zweitens die Beobachtung, dass diese Balken beim Fötus alle zarte von den Blutgefässen zu unterscheidenden Hüllen erkennen lassen. Was den Erwachsenen anlangt, so scheint mir *Beale* missverstanden zu werden, wenn man ihm, wie es von Mehreren geschehen ist, die Ansicht unterlegt, dass alle Leberzellenbalken besondere von den Gefässen getrennte Hüllen besitzen. *Beale* sagt (*on some points of the Anatomy of the liver* p. 44) wörtlich Folgendes: »Im Laufe der Entwickelung verschmelzen nach und nach die Hüllen des die Leberzellen enthaltenden Röhrennetzes und die Wandungen der Gefässe mit Ausnahme der Stellen, wo die Maschen des ersteren Netzes weiter und die Capillaren minder dicht angeordnet sind, in welchen Fällen eine besondere Wandung des die Zellen einschliessenden Netzes auch beim Erwachsenen nachgewiesen werden kann«, und weiter unten: »In gewissen Fällen lässt sich mithin nachweisen, dass die *Basement membrane* des Leberzellen haltenden Netzwerkes von den Capillarmembranen unterschieden ist, in dem grössten Theile des Läppchens jedoch, wo die zwei Membranen in innige Berührung kommen, sind dieselben mit einander so verschmolzen, dass in der That die grosse Mehrzahl der Leberzellen, ausser wo sie einander selbst berühren, vom Blute umspült werden, von welchem sie nur durch eine dünne Lage eines zarten gleichartigen Häutchens geschieden sind«. In seinen Schlussbemerkungen p. 73 endlich sagt *Beale* nochmals: »Die Leberzellen liegen in einem röhrigen Netzwerke einer *Basement membrane*, die sie von der Wand der Capillaren trennt. In vielen Fällen jedoch können diese zwei dünnen häutigen Röhrensysteme nicht für sich dargestellt werden und sind unzweifelhaft mit einander verschmolzen«.

Aus diesen Stellen geht wohl deutlich hervor, dass *Beale's* Auffassung des Baues des Innern des Leberläppchens nicht wesentlich von der meinigen sich entfernt, indem eine Hülle, die so mit den Capillaren verschmolzen ist, dass sie nicht nachgewiesen werden kann, so gut als nicht da ist. Auf der andern Seite gebe ich *Beale* zu, dass eine *Basement membrane* an den Verbindungsstellen der Leberzellenbalken mit den feinsten Gallengängen sich vorfindet, ebenso wie beim Fötus überall, bei welcher Anschauung dann allerdings die Leber als weniger abweichend von den andern Drüsen erscheint, unter denen die mit Zellen ganz gefüllten Magensaftdrüsen noch am nächsten stehen. Die Hauptpunkte, in denen ich von *Beale* abweiche, sind folgende. Erstens nehme ich an den Leberzellen eine Wandung an, während *B.* von dem Vorkommen einer solchen sich nicht überzeugen konnte, und wird die Anwesenheit derselben vor Allem durch das Aufquellen und Schrumpfen der Zellen in verschiedenen Reagentien bewiesen (siehe das Folgende), dann auch durch das Bersten der Zellen in Wasser und durch die in denselben zu beobachtende Molekularbewegung (*Henle*). Zweitens läugne ich, dass, wie *B.* behauptet (l. c. p. 45), neben den Leberzellen immer auch eine gewisse Menge freier körniger Substanz vorhanden sei, neben welcher auch Fetttröpfchen und gelbes Pigment angetroffen werde, indem ich solche Vorkommnisse für die Folge einer pathologischen oder durch die Zubereitung eingeleiteten Zerstörung der Zellen halte, und drittens bin ich, wie oben schon angegeben, der bestimmten Ansicht, dass

zwischen den Leberzellen und den Capillaren kein Raum zum Abfliessen der Galle vorhanden ist. — Mit Bezug auf die *physiologischen Verhältnisse* erlaube ich mir mit Rücksicht auf *Beale* noch die Bemerkung, dass meiner Meinung zufolge jede Leberzelle einerseits Galle bildet und anderseits Stoffe bereitet, die ins Blut zurückgehen. Die Galle wird nothwendig im Innern der Läppchen von Zelle zu Zelle gehen müssen, während die andern Substanzen (Zucker, *Leucin? Tyrosin?*) vielleicht z. Th. unmittelbar an die Capillaren treten. Die Ansicht von *Beale*, dass die Galle vorzüglich in den äussern Zellen der Läppchen gebildet werde, die unmittelbar vom Pfortaderblute umspült werden, halte ich nicht für unmöglich, doch scheint mir kein triftiger Grund vorhanden, um den innern Zellen eine Betheiligung an diesem Vorgange abzusprechen. —

Indem ich mit Bezug auf die älteren Ansichten über den Bau der Leber auf meine Mikr. Anat. verweise, will ich hier nur noch der neuesten Arbeiten in diesem Gebiete gedenken, welche eine ganz neue Auffassungsweise zu begründen versuchen.

Henle hat einen Gedanken von *Handfield Jones* und *Morel* aufgenommen, den er selbst früher für abenteuerlich erklärt hatte, den nämlich, dass das Netz der Leberzellen die Zuckerbereitung aus der Pfortader vermittele, die Galle dagegen von den Lebergängen, d. h. nach *Henle* von den sogen. Gallengangsdrüsen (s. unten) aus der Leberarterie bereitet werde. Wäre dem so, so brauchte eine Verbindung der Gallengänge mit den Leberzellenbalken gar nicht vorhanden zu sein, und wäre man in dieser Beziehung aller Schwierigkeiten enthoben. — Dieser Auffassung, die übrigens *Henle* in seiner Anatomie weniger entschieden vertritt als in einer früheren Arbeit, kann ich unmöglich mich anschliessen, und will ich als Hauptgründe gegen dieselbe nur folgende geltend machen: 1) die Entwickelung der Leber beweist, dass die Leberzellen und Gallengänge aus einer gemeinschaftlichen Anlage sich hervorbilden, sie macht die Annahme eines ganz bestimmten und unmittelbaren Zusammenhanges beider unabweisbar, und lässt es somit als in höchstem Grade wahrscheinlich erscheinen, dass die Leberzellen, welche ebenso wie die Epithelzellen der Gallengänge die unmittelbaren Abkömmlinge der Zellen des Darmdrüsenblattes sind, das eigentlich absondernde Element der Leber darstellen. 2) Die Leberzellen enthalten bei niederen Thieren, deren Leber auch Zucker bildet (Mollusken, Kruster) nachweisbar die wesentlichen Bestandtheile der Galle, und bei höheren Geschöpfen findet sich dasselbe in krankhaften Fällen wenigstens mit Bezug auf den Gallenfarbstoff. 3) Erzeugt man bei Säugethieren einen chronischen künstlichen *Icterus* (*H. Müller*, ich), so enthalten die Gallengänge nie Galle, sondern nur farblosen Schleim, die nichtsdestoweniger fortwährend gebildete Galle muss somit in den Leberzellen erzeugt worden sein, die auch von Gallenfarbstoff strotzen. 4) Die Gallengangsdrüsen sind in ihrer Entwickelung bei verschiedenen Thieren sehr verschieden (*Beale*), fehlen sogar manchen Wirbelthieren (Fische, Amphibien) ganz und gar, die Gallenbildung dagegen ist bei allen Thieren wesentlich in derselben Weise da. Nimmt man nun noch hinzu, dass die physiologischen und pathologischen Thatsachen gewiss weit eher für als gegen eine Betheiligung der Pfortader an der Gallenbildung sprechen, so wie dass alle neueren Einspritzungen in dieser oder jener Weise die Gallengänge bis in die Leberläppchen verfolgt haben, so wird es wohl erlaubt sein, an der gäng und geben Ansicht über die Bedeutung der Leberzellen festzuhalten und die Ermittelung des Zusammenhanges der feinsten Lebergänge und der Leberzellenbalken immer noch als die Hauptaufgabe der feineren Anatomie der Leber anzusehen.

Ganz anderer Art sind die Angaben von *Budge*, *Schmidt* und *Andrejević*, welche durch Injection im Innern der Leberläppchen zwischen den Leberzellen die feinsten Gallenkanälchen dargestellt zu haben glauben. Nach *Budge* verengern sich die Gallengänge im Umkreise der Läppchen plötzlich auf 0,002''', und Kanälchen von diesem Durchmesser breiten sich dann netzförmig zwischen den Leberzellen durch die ganzen Läppchen aus. *Schmidt's* wenig bestimmte Angaben möge man in seiner Arbeit nachsehen, was dagegen *Andrejević* anlangt, so hat derselbe von den Gallengängen aus ein Netz von Kanälchen von 0,0013 — 0,0014mm eingespritzt, welches die ganzen Läppchen durchzieht, und zwar so, dass die Kanälchen desselben nirgends neben den Blutgefässen, sondern nur zwischen den Leberzellen verlaufen. Alle diese Kanälchen sind vollkommen drehrund und ziemlich überall von gleicher Dicke, doch liess sich an denselben nirgends eine besondere Hülle nachweisen, selbst dann nicht, wenn sie, d. h.

die Injectionsmasse, vollkommen frei dargestellt waren; nichtsdestoweniger hält *A.* die Anwesenheit einer solchen für wahrscheinlich. — In Betreff dieser Angaben muss ich mich vorläufig einer bestimmten Ansicht enthalten, da ich die Injectionen der genannten Forscher noch nicht gesehen habe. Sollten die fraglichen Kanälchen nicht künstlich gebahnte Lücken sein, was fernere Untersuchungen entscheiden werden, so bliebe meiner Meinung zufolge nur Eine Möglichkeit, in welcher Beziehung ich eine ganz bestimmte Ueberzeugung habe, die ich folgendermaassen ausdrücken möchte. Drüsengänge ohne Epithel kommen im ganzen Thierreiche nirgends vor, und halte ich mithin das für ausgemacht, dass die von *Budge* und *Andrejević* eingespritzten Kanälchen, die ihrer Feinheit wegen kein Epithel haben können, nicht an und für sich Drüsengänge sind. Da nun ferner die Entwickelungsgeschichte über allen Zweifel erhaben lehrt, dass die Leberzellenbalken und nichts anderes die eigentlichen und letzten Drüsenelemente der Leber darstellen, so scheint mir die einzige Möglichkeit, um die Ansicht von *B.* und *A.*, dass die von ihnen eingespritzten Kanälchen Theile der Gallenwege seien, aufrecht zu erhalten, die zu sein, anzunehmen, dass ihre Kanälchen nur Lücken zwischen den Leberzellen sind, welche letzteren in diesem Falle ein mächtiges Epithel darstellen würden. Diese Auffassung liesse sich ganz gut mit der von *Beale* vereinen. *Beale's* Hüllen der Leberzellenbalken würden dann die eigentlichen *Membranae propriae* der Drüsenschläuche darstellen und diese aus den Leberzellen und den *Budge-Andrejević*'schen Kanälchen oder aus einem Epithel und aus einem Lumen bestehen, wobei jedoch noch das zu bedenken wäre, dass viele Leberzellenbalken nur aus Einer Zellenreihe bestehen. *Reichert* und *Henle* haben auch an Lymphgefässe gedacht. Die Feinheit der fraglichen Kanälchen wäre hiermit nicht im Widerspruche, wie *Henle* glaubt, denn Froschlarven haben ebenso feine Lymphgänge mit Wandungen, wohl aber das Vorkommen der Kanälchen im Innern der Leberzellenbalken, was, soweit ich die Entwickelung der Leber kenne, diese Deutung nahezu unmöglich macht.

Die Bindegewebskörperchen der Leberlappen scheint *Schmidt* zuerst gesehen zu haben, ohne dieselben richtig zu deuten. *Wagner* läugnete das Vorkommen derselben anfangs, beschrieb sie dann aber später zuerst und vollkommen richtig, und ihm folgte *Engel-Reimers*, der neben denselben nur eine gleichartige Substanz annimmt, welche *Wagner* offenbar auch gesehen, aber als Hülle der Leberzellen aufgefasst hatte. *Henle* endlich läugnet auch hier die Bindegewebskörperchen, nimmt dagegen ein wirkliches Bindegewebe an mit Fäden und Strängen, die sich im Querschnitte neben querdurchschnittenen Capillaren wie Pünktchen oder kleine Kreise ausnehmen und geschlängelt die Lücken des Capillargefässnetzes durchziehen, aus welchen die Leberzellen entfernt worden sind (*Splanchn.* Figg. 142, 143). — Was mich betrifft, so kenne ich die Bindegewebskörperchen der menschlichen Leber schon lange (ebenso *Förster*, wie ich aus seinem Munde weiss) und habe ich dieselben besonders an weichen Lebern leicht für sich darstellbar gefunden. Die Grundsubstanz, welche dieselben trägt und die Capillaren begleitet, ist im Innern der Läppchen äusserst spärlich und häufig nicht zu erkennen, dieselbe ist offenbar das Nämliche, was *Beale* Hüllen der Leberzellenbalken nennt, und hat man sich meiner Meinung nach zu denken, dass das die Blutgefässe und die feinsten Gallengänge mit Epithel begleitende Bindegewebe im Innern der Läppchen zu einer dünnen zwischen den Capillaren und Leberzellenbalken gelegenen Schicht verschmilzt. Das Vorkommen leicht darstellbarer Bindegewebskörperchen in dieser Lage spricht übrigens dafür, dass dieselbe eher als Capillarscheide (*His*), denn als *Membrana propria* der Leberzellenbalken anzusehen ist, das Allerrichtigste ist aber, wie mir scheint das, das ganze Gewebe zwischen den Leberzellen, Capillaren sammt Bindesubstanz, als eigenthümliche Hülle der Leberzellenbalken zu betrachten, ebenso wie auch in andern Drüsen die Bindesubstanz sammt den Gefässen als Hülle der Drüsenelemente aufgefasst wird, so in den Lungen, Speicheldrüsen, Hoden u. s. w.

Setzt man den Leberzellen Salpetersäure zu, so färben sie sich, wie auch *Backer* anführt, grünlichgelb. Zucker und Schwefelsäure macht sie roth. Wasser erzeugt in den Zellen einen reichlichen Niederschlag dunkler Körnchen, die in Essigsäure meist leicht und vollkommen sich lösen, so dass die Zellen mehr oder weniger, oft sehr bedeutend erblassen, wie diess auch dann der Fall ist, wenn man die Säure gleich zusetzt. Kocht man die Leber, so wird das Gewebe hart, und erscheinen die Zellen zusammen-

gezogen und krümlich. Verdünnte kaustische Alkalien greifen bei Thieren die Leberzellen rasch an und lösen sie auf, beim Menschen leisten dieselben etwas mehr Widerstand, doch quellen sie gleich von Anfang fast um das Doppelte auf, werden ganz blass und vergehen schliesslich ebenfalls. Aether und Alkohol machen die Zellen kleiner und körnig, ebenso Schwefelsäure und Salpetersäure. Das aus diesen und den oben angeführten Thatsachen hervorgehende Resultat ist, dass die Leberzellen eine bedeutende Menge von stickstoffhaltigen Substanzen, Gallenfarbstoff und Fett enthalten. Die stickstoffhaltigen Verbindungen sind einmal Eiweiss, das auch im Wasserauszuge der Leber sich findet, und zweitens auch das in neuerer Zeit gefundene Ferment. Ebenso muss der Zucker, den die Untersuchungen von *Bernard* in der Leber ergeben haben, dann die glycogene Substanz (*Bernard, Hensen*), das *Leucin, Tyrosin* (*Frerichs, Städeler, Virchow*), *Hypoxanthin* und *Xanthoglobulin* (*Scherer*), wohl auch ins Parenchym, also in die Zellen und nicht nur ins Blut verlegt werden. Von der glycogenen Substanz nimmt *Schiff* an, dass sie die feinen Körnchen bilde, welche regelrechte Leberzellen erfüllen.

§. 166.

Ableitende Gallenwege. Der Lebergang mit seinen Aesten begleitet die Pfortader und Leberarterie, so dass immer ein Pfortaderzweig an einer Seite einen viel engern Gallengang und eine ebenfalls enge Arterie hat, und mit denselben von einer bindegewebigen Hülle, der sogenannten *Capsula Glissonii* umhüllt ist. Die Lebergänge verästeln sich beim Menschen mit der Pfortader baumförmig und lassen sich weit hinein mit dem Messer blosslegen, und mit dem Mikroskope an frischen und eingespritzten Lebern bis zu den Läppchen verfolgen. Bevor sie an die Läppchen treten, verbinden sich die Hauptzweige der Lebergänge entweder gar nicht, oder nur sehr spärlich untereinander, wohl aber erzeugen ihre Enden oder die *Ductus lobulares*, bevor sie an den Leberzellenbalken enden, untereinander ein Geflecht (*Beale*). Aus diesen Gängen von $^1/_{90}$—$^1/_{120}'''$ gehen dann Aestchen von $^1/_{100}$—$^1/_{120}'''$ in nicht zu grosser Zahl an die Leberinseln ab und setzen sich nach *Beale* in der Art mit dem Leberzellennetze in Verbindung, dass sie unmittelbar mit den leberzellenhaltigen zarten Röhrchen sich fortsetzen. Diess geschieht meist in der Art (Fig. 260), dass die feinsten wirklichen Gallengänge bis zu einem Durchmesser von 0,005 — 0,007''' herabsinken und dann auf einmal zu den bedeutend stärkeren Leberzellenröhrchen sich erwei-



Fig. 260.

Fig. 260. Endigung der Gallengänge vom Schweine. Injectionspräparat. Vergr. 215. *a*. Kleiner Ast eines *Ductus hepaticus interlobularis*, *b b b*. oberflächlichste Theile der Leberzellen haltenden zarten Röhren mit Zellen und freien Fetttröpfchen, die meiner Meinung nach von zerstörten Zellen abstammen, *c*. feinste Gallengänge. Nach *Beale*.

tern, welche Verbindungen alle an der Oberfläche der Läppchen, jedoch in etwas verschiedener Tiefe und nicht gerade immer zu äusserst sich machen.

Alle Lebergänge bestehen aus einer bis zu Kanälen von 0,1‴ dickeren Faserhaut aus derbem Bindegewebe mit vielen Kernen und elastischen Fäserchen und einem 0,01‴ dicken Cylinderepithel, das an Gängen unter 0,04—0,05‴ allmählich in ein Pflasterepithelium sich verwandelt, während zugleich die bindegewebige Hülle in eine gleichartige *Membrana propria* übergeht. Wie die grösseren Lebergänge sind auch der gemeinschaftliche Gallengang und der Gallenblasengang gebaut, nur sind die Wände derselben verhältnissmässig dünner und zerfallen deutlich in eine Schleimhaut und in eine Faserschicht, welche letztere auch einzelne muskulöse Faserzellen enthält, jedoch im Ganzen so spärlich, dass von einer besonderen Muskelhaut dieser Gänge nicht die Rede sein kann.

Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzuge und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage, deren 0,03—0,04‴ lange Faserzellen besonders der Länge und der Quere nach verlaufen und nur undeutliche Kerne haben. Die Schleimhaut ist durch viele netzförmig verbundene, höhere und niedrige Fältchen ausgezeichnet, in denen ein Capillarnetz ganz dem der blattartigen Darmzotten gleich sich findet und besitzt ebenfalls ein Cylinderepithel, dessen einzelne Zellen oft wie die Häute der Blase überhaupt von Galle gefärbt sind, ihre Kerne nicht immer deutlich zeigen und nach *Virchow* eine verdickte freie Wand besitzen, die derjenigen der Zellen des Dünndarms ähnlich ist.

Die Gallenwege enthalten eine Menge kleiner traubiger, gelblicher Schleimdrüsen, sogenannte Gallengangsdrüsen, in ihren Wänden, deren 0,016—0,024‴ grosse Drüsenbläschen in nichts Wesentlichem von denen anderer kleiner traubenförmiger Drüschen abweichen. Im *Ductus hepaticus, choledochus* und im untern Theile des *D. cysticus* sind die Drüsen in der Faserhaut, zum Theil auch aussen an derselben, recht zahlreich, von ¼—1‴ und darüber Grösse, und münden durch die schon mit blossem Auge sichtbaren Löcher von 0,1—0,14‴, die der Schleimhaut dieser Kanäle ein netzförmiges Ansehen geben, zu einer oder mehreren aus. Im Anfange des *Cysticus* sind die Drüsen selten und in der Gallenblase auf jeden Fall nicht immer vorhanden. Nach *Luschka* liegen dieselben hier, 6—15 an der Zahl, im submucösen Bindegewebe, messen kaum ½‴ und haben einen oft schief verlaufenden und geschlängelten Ausführungsgang. Dagegen kommen drüsenartige Bildungen in den Aesten des *Hepaticus* bis zu solchen von ⅓‴ und noch kleineren wieder vor, und gehört ein Theil der zwei Reihen von feinen Oeffnungen, die in diesen Kanälen sich finden, diesen Bildungen an, die theils einfache Säckchen, theils schlauchartige Bildungen sind, welche letztere den Uebergang zu kanalartigen und auch wohl ästigen Ausläufern bilden, die an den feineren Lebergängen auch vorkommen. Ein anderer Theil der fraglichen Oeffnungen gehört feineren wirklichen Gallengängen an.

Hier sind noch einige eigenthümliche Abzweigungen der Gallengänge zu erwähnen, die *Vasa aberrantia* (*E. H. Weber*). — Dieselben finden sich 1) im *Ligamentum triangulare sinistrum* als 6—10 und mehr 0,006—0,027‴ weite, aus einer Faserhaut und kleinen Zellen bestehende Kanäle. *Ferrein* und *Kiernan* sahen dieselben bis an

das Zwerchfell sich erstrecken, doch reichen sie meist nur bis zur Mitte des Bandes oder noch weniger weit, indem sie sich verästeln, Netze bilden und auch schlingenförmig zusammenhängen. Nach *Theile* gehen manchmal ziemlich grosse Gallenkanäle bis zum Rande des linken Leberlappens, ohne in das dreieckige Band einzutreten. 2) Netzförmig verbundene Gallenkanäle finden sich ferner in der häutigen Brücke, die hinter der unteren Hohlvene den *Spigel*'schen und rechten Lappen verbindet, dann in der häutigen Brücke, welche oft die *Vena umbilicalis* deckt und am Rande der Gallenblasengrube. 3) In der *Fossa transversa hepatis* geben nach *E. H. Weber* der rechte und linke Ast des *Ductus hepaticus* und die hier befindlichen kleineren Zweige desselben eine Menge feiner Aestchen ab, die sich in dem die *Fossa* überziehenden Bindegewebe der *Capsula Glissonii* ausbreiten und ein Netz bilden, das mithin den rechten und linken Lebergang verbindet. Manche kleinere Zweige dieser Gallengänge endigen mit geschlossenen angeschwollenen Enden von $^1/_{25}$ — $^1/_{18}'''$, andere dringen in die Lebersubstanz hinein (*Beale*, *Henle*), und an den Wänden dieser Gänge überhaupt finden sich eine Menge rundlicher, länglicher und birnförmiger Vorsprünge oder Aussackungen, die ganz an die drüsenartigen Anhänge der feineren Lebergänge erinnern. Dasselbe, was *Weber* so als *Vasa aberrantia* deutet, beschrieb später *Theile* als Gallengangsdrüsen. Er sagt, die langgezogenen Drüsen verlaufen nicht bloss hin- und hergebogen, sondern theilen sich auch, und die Theilungsäste fliessen wieder untereinander und mit den nebenliegenden Drüsen zusammen, ein Vorkommen, das an den Drüsen der gröberen und mittleren Gallenkanäle, besonders aber in dem Bindegewebe der *Fossa transversa* zu beobachten sei, woselbst auch die Drüsennetze mit beiden Aesten des Leberganges zusammenhängen. Diesen Angaben gegenüber beharrt *Weber* in seiner neuesten Arbeit auf seiner früheren Deutung und macht gegen *Theile* besonders geltend, dass sonst nirgends Schleimdrüsen mit ihren Gängen Netze bilden und die Ausführungsgänge einer andern Drüse untereinander in Verbindung setzen, ferner, dass bei Neugebornen wohl das Netz der Gallengänge in der *Fossa transversa* da sei, die Aeste, die mit angeschwollenen Enden aufhören, dagegen fast ganz fehlen. Auch *Beale* stellt sich auf die Seite von *Weber* und rechnet auch die oben erwähnten Gallengangsdrüsen zu den *Vasa aberrantia*. Nach dem, was *Beale* über die sogenannten Drüsen der Lebergänge selbst mittheilt, die nach ihm häufig röhrig sind und mit ihren Aesten untereinander sich verbinden, was in neuester Zeit *Henle* bestätigt (*Splanchn.*), hat er sicherlich Recht, wenn er auch diese Kanäle einfach als Abzweigungen der Gallengänge ansicht, doch folgt hieraus noch nicht, dass dieselben nicht auch Schleim absondern und wie er glaubt, als Gallenbehälter dienen. Aus Allem, was wir jetzt über die Entwickelung der Leber wissen, geht hervor, dass ein Theil der Anlagen der Gallengänge und wohl auch des Drüsengewebes selbst, nicht zur vollen Entwickelung gelangt, dann aber später im Zustande der Verkümmerung noch mehr weniger wuchert und so theils als *Vasa aberrantia*, theils als mehr drüsenähnliche Bildungen sich darstellt. Wenn auch, wie nicht zu bezweifeln ist, manche Anhänge der Gallengänge und drüsenartige Nebenorgane derselben als unmittelbare Wucherungen derselben sich bilden, so finden sich doch zwischen diesen und den verkümmerten ächten *Vasa aberrantia* die zahlreichsten Uebergänge, und erscheint es nicht als rathsam, dieselben scharf von einander zu sondern. Physiologisch sind wohl alle diese Organe von geringerem Belang, doch wüsste ich nicht, was der Annahme im Wege stehen sollte, dass dieselben, wie die ächten Gallengänge, Schleim absondern. — Ueber die Einzelnheiten in Betreff dieser Gänge und das Verhalten der Gallengänge überhaupt verweise ich auf die ausführlichen Mittheilungen von *Beale* und *Henle*.

Die Galle ist regelrecht ganz flüssig und führt nur zufällig cylindrische Epithelialzellen aus den gröberen Gallengängen als Beimengung. Leberzellen habe ich nie in derselben gesehen, und beruht, was Einige von solchen angeben, entweder auf einer Täuschung oder auf einer Verwechselung mit den vieleckigen Zellen des Epithels der *Ductus interlobulares*. Als nicht regelrechte, aber häufig vorkommende Bestandtheile sind zu nennen Fetttropfen, Gallenfarbstoff in Form von Körnern oder körnigen Massen, die wie in den Leberzellen, so auch in der Galle selbst unter gewissen Verhältnissen in Menge sich ausscheiden, und diesen sind dann noch als seltenere Vorkommnisse Krystalle von Cholestearin und besonders die von *Virchow* (Mittheil. d. Würzb. phys. med. Ges. I. S. 311) gesehenen röthlichen Nadeln von Bilifulvin anzureihen.

§. 167.

Gefässe und Nerven der Leber. Die Leber steht in Bezug auf ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie ausser einer Arterie und einer ableitenden Vene auch noch eine zuführende Vene, die Pfortader, besitzt. Während dieses letztere Gefäss recht eigentlich das absondernde Gewebe speist und durch ein in demselben befindliches Capillarnetz in die Lebervenen unmittelbar sich fortsetzt, ist die Arterie mehr zur Versorgung der Wände der Gallengänge, der Pfortader selbst, der *Glisson*'schen Capsel und der serösen Hülle der Leber vorhanden, und betheiligt sich nur in untergeordneter Weise an dem Capillarnetze der Leberinselchen. — Die Verästelungen der Pfortader und einiger kleinen Venen der Gallenblase und des Magens namentlich (cf. *Weber Ann. acad.* II. 1845), die für sich in die Leber treten, geschehen im Allgemeinen mit Zweitheilungen, doch treten schon von den grössten Aesten und dann auch von den kleineren ausser den Hauptzweigen, in die sie sich spalten, noch eine Menge kleinerer Gefässchen unter rechtem Winkel ab. Die letzteren begeben sich oft gleich, oft nach ganz kurzem Verlaufe zu den Leberinselchen, welche die grössten Gefässkanäle begrenzen, während die grösseren Pfortaderäste alle, immer mehr sich verästelnd und verfeinernd, je nach ihrem Durchmesser, eine kürzere oder längere Strecke in den von der *Capsula Glissonii* ausgekleideten Gefässkanälen durch das Lebergewebe zu verlaufen haben, bevor sie an die Leberinselchen oder Leberläppchen treten. Jedes derselben erhält von diesen oder jenen Gefässen abstammend wenigstens drei, meist vier und fünf kleine Gefässchen von $^1/_{120}$–$^1/_{60}$''', die *Kiernan Venae interlobulares* nennt, doch versorgt eine solche Vene nie nur ein Leberinselchen, immer zwei oder selbst drei. Ihre letzten Aestchen, *Rami lobulares (Kiernan)*, dringen zu 10, 15–20 meist unter rechtem Winkel in die benachbarten Leberinselchen ein und lösen sich gleich in das Capillarnetz derselben auf, ohne beim Menschen unmittelbar mit einander in Verbindung zu stehen, wie denn auch sonst Verbindungen der einzelnen Pfortaderäste nirgends sich finden, und deren Verzweigungen nur durch das feinste Gefässnetz des Organs verbunden sind.

Das Capillarnetz der Leberinselchen (Fig. 261) füllt die Zwischenräume des Leberzellennetzes vollkommen aus, so dass das absondernde Lebergewebe, wie wir schon oben sahen, wesentlich nur aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Blutcapillaren besteht. Wie das Leberzellennetz durch die ganze Leber eins ist, wohl aber durch die regelmässig von Stelle zu Stelle abtretenden Gallengänge und zutretenden Gefässe in einzelne kleinste Abschnitte getheilt wird, so auch das Capillarnetz der Blutgefässe, das von einem Leberinselchen aufs andere übergeht, aber doch auch an gewissen Orten Unterbrechungen zeigt. Die Weite der Capillaren ist im Allgemeinen etwas geringer, als die des Leberzellennetzes, jedoch verhältnissmässig bedeutend, beim

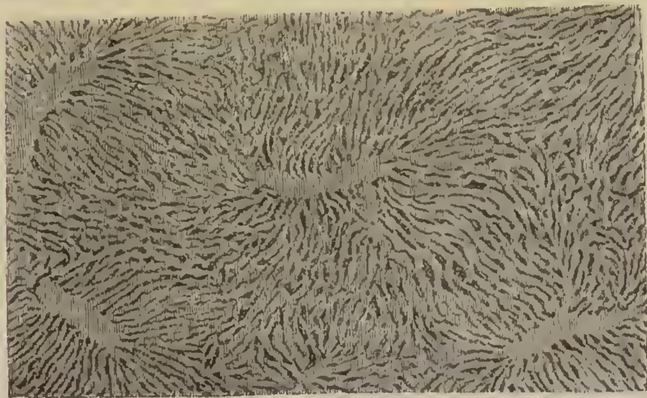


Fig. 261.

Fig. 261. Capillarnetz der Leber des Kaninchens mit den Stämmen der *Venae intralobulares*. Vergr. 45. Nach einer Injection von *Frey*.

Menschen von 0,004—0,0055‴ im Mittel, 0,002—0,01‴ in den äussersten Grössen, und zwar sind die weiteren Gefässchen vorzüglich in der Nähe der ein- und austretenden Venen der Leberinselchen, die engsten in der Mitte zwischen beiden und nach *Beale* an den Enden der *Arteriae interlobulares* gelegen. Die Maschen des Netzes entsprechen natürlich der Form des Leberzellennetzes und sind daher in den inneren Theilen der Leberinselchen mehr langgestreckt, in den äusseren mehr rundlich, während ihre Breite derjenigen der Balken der Leberzellen gleichkommt und 0,006—0,02‴ beträgt.

Die Lebervenen gleichen im Wesentlichen der Pfortader, insofern als sie keine Klappen haben, baumförmig unter spitzen Winkeln sich verästeln, mit ihren Zweigen untereinander nicht zusammenhängen und mit den grösseren Aesten noch eine Menge kleiner Gefässe aufnehmen, dagegen liegen diese Gefässe für sich allein in besonderen Kanälen der Lebersubstanz fest mit ihr verbunden, weshalb sie auch durchschnitten nicht zusammenfallen, und ermangeln wenigstens in den feineren Verästelungen einer äussern bindegewebigen Hülle, die auch an den grössten Stämmen nur ganz unentwickelt ist. Ganz verschieden von dem, was die *Vena portae* zeigt, ist aber das Verhalten der letzten Aestchen der Lebervenen, die *Kiernan Venae intralobulares, Krukenberg Venae centrales lobulorum* nennt. Diese Venen, von 0,012—0,03‴ beim Menschen, untersucht man am besten zuerst bei einem Geschöpfe, dessen Leber in deutliche Läppchen zerfällt, wie beim Schweine, nach dem auch *Kiernan* seine zum Theil etwas schematischen Figuren entworfen hat. Oeffnet man hier einen kleinen Zweig der Lebervene, so sieht man durch die Wände des Gefässes vieleckige Felder als Umrisse der gegen die Vene gekehrten Begrenzungsflächen der Läppchen sehr deutlich (Fig. 256). Eine aus der Mitte einer jeden dieser Flächen, die *Kiernan* »*Bases*« der Läppchen nennt, heraustretende kleine Vene mündet unmittelbar in das grössere Gefäss ein und führt, auf der entgegengesetzten Seite verfolgt, bis ins Innere eines Läppchens, woselbst sie aus dem Capillarnetze desselben entspringt, nie und nimmer aber weiter zu einem zweiten oder dritten Läppchen tritt. So kommt aus jedem Läppchen immer nur Eine Vene heraus, die deshalb auch *V. intralobularis* heisst. Die Gefässe, in welche diese Venen unmittelbar einmünden, nennt *Kiernan Sublobulares*, weil sie an den Basalflächen der Läppchen verlaufen. Dieselben sind bald grösser, beim Schweine bis zu 1 und 2‴, und liegen dann in Kanälen, welche rings herum von den Grundflächen einer gewissen Anzahl von Läppchen begrenzt werden, bald feiner und sehr fein bis $\frac{1}{36}$‴, und ziehen dann nur zwischen den Läppchen durch. Die *Venae sublobulares* setzen grössere Venen zusammen, welche nur wenige oder keine *Venae intralobulares* mehr unmittelbar aufnehmen und daher auch nur zum Theil oder gar nicht von den Grundflächen der Läppchen, sondern von den Seitenflächen oder Spitzenflächen derselben (Capsularflächen, *Kiernan*) begrenzt werden. Solche Venen nehmen, wenn sie kleiner sind, noch *Venae sublobulares* aus den sie begrenzenden Läppchengruppen auf, oder endlich nur grössere Venen, die sich wie sie verhalten.

Das Verhalten der *Venae intralobulares* ist sehr einfach. Eine jede derselben dringt geraden Weges in der Axe eines Leberinselchens oder Läppchens ein und spaltet sich etwa in der Mitte in zwei oder drei Hauptäste, die häufig noch einmal sich theilen. Die Capillaren münden nicht bloss in die

Enden dieser Venen, sondern auch in ihre Stämmchen während des ganzen Verlaufs derselben ein, ja es sollen, nach *Theile*, Capillaren auch noch in die Anfänge der *Venae sublobulares* sich öffnen. An allen Läppchen oder Inselchen, deren Spitzenfläche entweder an der Oberfläche der Leber oder gegen einen grösseren Gefässstamm zugewendet liegt, erstrecken sich die Intralobularvenen bis nahe an die Enden derselben, während sie an den andern mehr in der Mitte bleiben, so dass sie hier überall um etwa den halben Durchmesser der Läppchen von den nächsten Interlobularvenen der *Vena portae* abstehen.

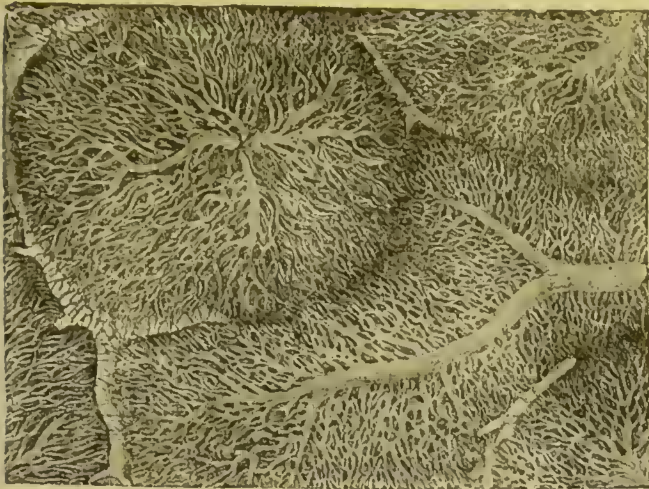


Fig. 262.

Die Leberarterie begleitet grösstentheils die Pfortader und die Gallenkanäle, liegt neben den letzteren innerhalb der *Glisson*'schen Capsel, und verhält sich in ihrer Hauptverästelung gerade wie die Pfortader. Ihre Endausbreitung findet dieselbe an den Gefässen und Gallengängen, so wie in der *Glisson*'schen Capsel, in dem fibrösen und serösen Ueberzuge der Leber und in den Leberinselchen, und je nachdem unterscheidet man *Rami vasculares*, *capsulares* und *lobulares*.

1) *Rami vasculares*. Während ihrer Verästelung neben der Pfortader gibt die Leberarterie eine Menge kleiner Zweige, meist rechtwinklig ab, die in dem *Glisson*'schen Umhüllungsgewebe einen Plexus bilden, aus dem zum Theil noch *Rami lobulares* für die Seite der Pfortaderkanäle entstehen, die den Stämmen der Arterie abgewendet sind, zum Theil viele Zweigelchen für die Wände der Pfortader, die grösseren Aeste der Arterie selbst, die Lebervenen, die *Glisson*'sche Capsel und die Gallenkanäle ihren Ursprung nehmen. Besonders ausgezeichnet ist diese Gefässausbreitung in den letzteren Kanälen, so dass dieselben nach einer geglückten Einspritzung fast so roth wie die Arterien aussehen. Aus einem mässig weiten Capillarnetze, das in allen den genannten Theilen, auch um die Gallengangsdrüsen, sich entwickelt, sammeln sich die *Venae vasculares*, die, wie *Ferrein* entdeckte und die Späteren von *Kiernan* an bestätigten, nicht in Lebervenen, sondern in kleine Pfortaderzweige, wie sie innerhalb der *Glisson*'schen Capsel von grösseren abgehen, einmünden und daher als innere oder Leberwurzeln der Pfortader zu betrachten sind. Aus diesem Grunde lässt sich von der Leberarterie aus die Pfortader zum Theil einspritzen, und umgekehrt füllen sich bei Einspritzung der Leberarterie und Pfortader die fraglichen Gefässnetze von beiden Seiten her, wogegen es nicht gelingt, von den Lebervenen aus

Fig. 262. Ein Stückchen einer sehr gelungenen Injection der Lebervenen des Kaninchens, 45mal vergr. Die eine *Vena intralobularis* ist in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar, die andere nur in ihren Wurzeln. Die Capillaren der Läppchen fliessen zum Theil zusammen, ebenso an einem Orte zwei Venenwurzeln. Im Umkreise der Läppchen sind *Venae interlobulares* sichtbar. Nach einem Präparate von *Harting*.

unmittelbar Masse in sie einzubringen. Nach *Beale* liegen in den weiteren Pfortaderkanälen der Leber vielfach verbundene *Venae vasculares* immer zu zweien neben den Arterien, und in ähnlicher Weise verhalten sich nach diesem Forscher auch die Venen der Gallenblase und der *Fossa transversa hepatis*.

2) *Rami capsulares.* Abgesehen von einigen schon vor dem Eintritte der Arterie in die Leber zur *Fossa ductus venosi*, zum *Lig. teres* und *suspensorium* verlaufenden Aestchen, sind alle Arterienzweige der Leberhüllen Endausläufer gewisser der durch die Leber sich verbreitenden Arterien, die an verschiedenen Orten der Oberfläche zwischen den Leberinselchen zu Tage treten. An ihren Austrittstellen und z. Th. schon vorher zerfallen diese, beim Erwachsenen *(Theile)* $\frac{1}{30}$–$\frac{1}{20}'''$, beim Kinde bis $\frac{1}{5}'''$ messenden Gefässe sternförmig in 3—5 untergeordnete Aeste, verlaufen meist ausgezeichnet korkzieherartig gewunden und vielfach verbunden weiter, und überziehen so die ganze Leberoberfläche bis an die grossen Venenstämme *(Venae hepaticae, Vena portae, V. cava inferior)* und die Lebergruben und Ränder überhaupt mit einem zierlichen Arteriennetze (Fig. 263). Schliesslich bilden diese Arterien überall ein grossmaschiges Geflecht von Capillaren und führen, wenigstens an vielen Orten, ob überall, weiss ich nicht, in Venen über, die an ihren Stämmen zurücklaufen, in die Leber eindringen und in Pfortaderäste einmünden. Mithin gäbe es auch *Venae advehentes capsulares* oder Pfortaderwurzeln von dieser Seite her. Die Arterien und Venen der Leberhülle stehen einerseits an ihren Endpunkten in Verbindung mit Ausläufern der *Vasa mammaria interna, phrenica, cystica,* selbst der *suprarenalia* und *renalia dextra* *(Theile)*, und hängen andrerseits in den Lebergruben auch mit denen der *Glisson*'schen Capsel, der Hohlvene und Lebervenen zusammen.



Fig. 263.

3) *Rami lobulares.* Mit jeder *Vena interlobularis* der *Vena portae* verläuft ein Aestchen der *Art. hepatica* von höchstens $\frac{1}{130}'''$ *(Theile)*, das zwischen den Leberinselchen, beim Schweine in den Capseln der Läppchen, in feine unter einander verbundene Zweigelchen sich spaltet und unmittelbar mit dem äusseren Theile des Capillarnetzes der Leberinselchen oder Läppchen, das, wie oben auseinandergesetzt wurde, von der Pfortader gebildet wird, zusammenhängt. Mithin betheiligt sich auch arterielles Blut, wenn schon in geringer Menge, an der Gallenbereitung, und ist die Leberarterie auch darin von den Bronchialarterien verschieden, deren Blut wenigstens zum Theil durch besondere Venen abgeführt wird.

Fig. 263. Arteriennetz eines Theiles der gewölbten Oberfläche einer kindlichen Leber in natürlicher Grösse.

Die Lymphgefässe der Leber sind sehr zahlreich und zerfallen in oberflächliche Netze unter der *Serosa* und tiefe Gefässe, die die Pfortader und bei Thieren wenigstens auch die Lebervenen begleiten (ich). Beiderlei Gefässe stehen im Zusammenhange, und führen zum Theil durch das Zwerchfell in die Brusthöhle, zum Theil zu kleinen Lymphdrüsen in der *Porta hepatis* und zu den Eingeweideplexus. Nach *Teichmann* bilden die tiefen Lymphgefässe der Leber zwischen den Läppchen entweder Netze mit verschieden grossen Lücken, oder verlaufen in grösserer Zahl als einzelne Gefässe von 0,018^{mm} Durchmesser. In das Innere der Läppchen waren nur einzelne Körnchen der Injectionsmasse zu verfolgen, doch fand sich diese bis zu der *Vena centralis* hin. Die Saugadern der Gallenblase sind äusserst zahlreich, ihr feineres Verhalten in der Schleimhaut jedoch noch unbekannt.

Die Nerven der Leber sind verhältnissmässig sehr zahlreich, stammen vom *Sympathicus* und einem kleineren Theile nach vom *Vagus*, und breiten sich vorzüglich mit der *Arteria hepatica* aus, die sie mit engeren und weiteren ganglienlosen Netzen umstricken. Dieselben enthalten neben vielen feinen dunkelrandigen Röhren und marklosen Fasern von demselben Baue, wie die der Milz (siehe unten), immer einzelne dicke Fasern, und lassen sich verfolgen 1) in die Gallenblase und zu den grossen Gallengängen, 2) in der *Glisson*'schen Capsel bis zu den *Arteriae interlobulares*, wo die feinsten Zweigchen von 0,008—0,012''' nur noch marklose Fasern führen, 3) zu den Lebervenen, 4) endlich in die Hüllen des Organes.

Die Untersuchung der Leber wird am besten zuerst beim Schweine vorgenommen, bei welchem Thiere die deutliche Sonderung der Läppchen die Auffassung der Beziehungen des absondernden Gewebes zu den Gefässen und Lebergängen ungemein erleichtert. Die Leberzellen stellen sich bei allen Geschöpfen mit der grössten Leichtigkeit einzeln und in Reihen oder in Bruchstücken der Netze dar, um dagegen ihre Gesammtanordnung richtig aufzufassen, gibt es kein besseres Mittel, als aus einer frischen Leber mit dem Doppelmesser feine Schnitte auszuschneiden, was durch aus freier Hand mit einem Rasirmesser gemachte Schnitte, selbst wenn die Leber vorher in Alkohol, Holzessig, Chromsäure etc. erhärtet wurde, auch nicht im Entferntesten ersetzt werden kann. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass man die Leberzellennetze an solchen Lebern nicht sieht, denn man nimmt dieselben selbst an undurchsichtigen Leberstücken bei auffallendem Lichte wahr, nur dass dieselben keine ganz vollständige Einsicht gewähren. Die feinsten Gallengänge sind nicht leicht zu finden, doch wird man bei Schnitten, die durch mehrere Läppchen gehen, bei sorgfältigem Suchen fast in jedem Stücke am Rande der Läppchen einzelne Bruchstücke derselben, die an ihren kleinen vieleckigen Zellen leicht kenntlich werden, wahrnehmen, ihre Verbindung mit dem Leberzellennetze ist nur an sorgfältigen Einspritzungen zu sehen, und empfiehlt sich nach *Beale* wässeriger Weingeist mit frisch gefälltem Berlinerblau gefärbt, nachdem die Leber vorher durch Einspritzen von Wasser in die Blutgefässe von Blut und Galle befreit worden ist. Die gröberen Gallenwege machen keine Schwierigkeiten. Die Drüsen derselben sieht man zum Theil mit blossem Auge, zum Theil durch *Natron causticum* leicht, und die *Weber*'schen Anastomosen der zwei Lebergänge in der *Fossa transversa* bei guten Einspritzungen. Die *Vasa aberrantia* im *Lig. triang. sinistrum* und an andern Orten nimmt man auch ohne Füllung bei Essigsäure oder Natronzusatz wahr. — Nerven und Lymphgefässe der Leber sind, die feinsten Theile derselben ausgenommen, auch beim Menschen leicht zu sehen. Die Blutgefässe erfordern gute Einspritzungen, für die ich beim Menschen vor Allem kindliche Lebern empfehle, an denen namentlich die Ausbreitungen der *Art. hepatica* in der serösen Hülle, an den Gefässen etc. prächtig werden. Das Capillarnetz der Läppchen füllt sich mit feiner Masse leicht, auch sind eine Reihe vortrefflicher Stücke von verschiedenen Meistern allgemein verbreitet.

Literatur der Leber. *F. Kiernan, The anatomy and physiology of the liver*, in *Phil. transact.* 1833; *E. H. Weber, Annot. anat. et physiol.* Prol. VI, VII et VIII. Lips. 1841 u. 1842, und *Programmata collecta.* Fasc. II. Lips. 1851; dann in *Müll.* Arch. 1843, S. 318, und Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, 1850. S. 151; *A. Krukenberg*, Untersuchungen über den feineren Bau der menschl. Leber, in *Müll.* Arch. 1843; *J. Müller* in seinem grossen Drüsenwerk, in der Physiologie und in seinem Archiv 1843, S. 338; *Theile*, Art.: Leber, in *R. Wagner's* Handw. der Phys. II. S. 308. 1844; *C. L. J. Backer, De structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Diss. inaug. Trajecti ad Rhenum* 1845; *Natalis Guillot, Sur la structure du foie des animaux vertébrés*, in *Ann. d. scienc. nat.* 1848. p. 129; *A. Retzius*, Ueber den Bau der Leber, in *Müll.* Arch. 1849. II. S. 154; *C. Wedl*, Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1850. Dec. S. 480. *c. tab.*; *N. Weja*, Beiträge zur feineren Anatomie der Leber, in *Müll.* Arch. 1851. S. 79; *Léreboullet, Sur la structure intime du foie.* Paris 1853, auch in *Compt. rend.* 1852. Janv.; *A. Cramer, Bijdr. t. d. fijn. struct. d. lever*, in *Tijdschr. d. nederl. maatsch.* 1853. Febr.; *Gerlach*, in *Ecker Icones.* Tab. VII; *Reichert*, im Jahresber. von 1855. S. 77; *Remak*, Unters. z. Entw. S. 118; *Rainey, On the capillaries of the liver*, in *Micr. Journ.* I. p. 231; *Kölliker*, Vorkommen e. phys. Fettleber bei saugenden Thieren, in Würzb. Verh. VII; *L. S. Beale, Lect. on the min. anat. of the liver*, in *Med. Tim. and Gaz.* 1856. Nr. 299, 302, 303, 306; dann in *Philos. Trans.* Vol. 146. I. p. 375; *On some points of the anat. of the liver.* London 1856, *Churchill*, und *Archives of Medecine.* London 1857. I. p. 21—34 und II. p. 116; *Virchow*, Ueber das Epithel der Gallenblase und e. intermediären Stoffwechsel des Fettes, in s. Arch. XI. S. 574; *L. Braun, De hepatis cellulis et commutationibus, quas subeunt illae quidem reagentibus chemicis tractatae.* Gryphiae 1858. *Diss.*; *Luschka*, Die Drüsen der Gallenblase des Menschen, in Zeitschr. f. rat. Med. 1858. Bd. IV. S. 189; *Schmidt*, in *Amer. Journal of the medical Science.* 1859. p. 13; *J. Budge*, Ueber den Verlauf der Gallengänge, in *Müll.* Arch. 1850. S. 642; *E. Wagner*, Beitrag z. normal. Bau der Leber, in Arch. d. Heilkunde. 1859. S. 251, und Oestr. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1861. Nr. 13; *J. Engel-Reimers, Expl. micr. de tel. hepat. conjunctura.* Berol. 1860; *Heschl*, in Oestr. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1861. Nr. 10; *Henle*, in Gött. Nachr. 1861. Nr. 20, und in s. Splanchnologie; *J. Andrejević*, Ueber den feineren Bau der Leber, in Wiener Sitzungsber. Bd. LXIII. S. 379; *J. Schroeder van der Kolk*, in *Versl. d. K. Akad. v. Wetenschappen Natuurk.* D. XII. (Leber des Elephanten).

VI. Von der Bauchspeicheldrüse.

§. 168.

Die Bauchspeicheldrüse, *Pancreas*, ist eine zusammengesetzt traubenförmige Drüse, die mit den Speicheldrüsen so sehr übereinstimmt, dass eine kurze Auseinandersetzung ihrer Verhältnisse genügt. Wie bei allen solchen Drüsen unterscheidet man grössere, kleinere und kleinste Läppchen sehr deutlich, und findet die letzten aus mikroskopischen Drüsenbläschen zusammengesetzt, die hier durch ihre mässige Grösse von 0,02—0,04''' und meist rundliche Gestalt sich kennzeichnen. Dieselben haben wie überall eine *Membrana propria* und ein Pflasterepithel, dessen Zellen ausser einer durch Essigsäure fällbaren und im Ueberschusse sich wieder auflösenden Substanz, die wahrscheinlich mit der Proteinsubstanz des *Succus pancreaticus* übereinstimmt, sehr häufig durch eine Menge von Fettkörnchen sich auszeichnen, so dass die Drüsenbläschen ganz dunkel und wie mit Zellen ganz gefüllt erscheinen. Die Ausführungsgänge, die wie anderwärts mit den Drüsenbläschen verbunden sind, und zu grösseren Kanälen und schliesslich zum *Ductus Wirsungianus* sich vereinen, sind weisslich und eher dünnwandig. Dieselben bestehen nur aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen, und besitzen alle ein

Epithel von kleineren cylindrischen Zellen, die eine Länge von 0,006—0,008''', eine Breite von 0,002''' kaum überschreiten. In den Wänden des *Ductus Wirsungianus* und seiner grösseren Nebenäste sitzen kleine traubige Drüschen von 0,06—0,08''', mit Bläschen von 0,016—0,02''' und einem mehr fettarmen Epithel in bedeutender Zahl, die in ihren Leistungen möglicher Weise mit den Läppchen des *Pancreas* übereinstimmen. Den zweiten kleinern Ausführungsgang des *Pancreas*, der im Kopfe der Drüse entspringt und mit dem Hauptgange durch einen Seitenzweig verbunden, bald über, bald unter dem grössern Gange einmündet (*Verneuil, Bernard. Sappey*), habe ich in vielen Fällen gesehen, doch bezweifle ich nicht, dass derselbe nicht auch, wie *Henle* angibt, manchmal vermisst wird. Das *Pancreas* besitzt das gewöhnliche Drüsenumhüllungsgewebe mit Fettzellen in verschiedener Zahl, in dem die Gefässe und Nerven der Drüse sich ausbreiten. Die ersteren verhalten sich genau wie bei der *Parotis*, nur dass die Lymphgefässe zahlreicher erscheinen, und was die letzteren anlangt, so begleiten dieselben, wie es scheint, nur die Gefässe, stammen vom *Sympathicus* und führen feine und einzelne mitteldicke Fasern. — Der Bauchspeichel ist regelrecht vollkommen flüssig und enthält nur zufällig beigemengte Bestandtheile wie abgelöstes Epithel der Drüsenbläschen und der Gänge. — Die Entwickelung des *Pancreas* beginnt mit einer Ausstülpung von der hintern Wand des *Duodenum* und schreitet des Weiteren wie bei den Speicheldrüsen fort, nur dass die Drüsenanlage von Anfang an eine dichtere Masse bildet und daher in ihren einzelnen Theilen nicht so gut zu überschauen ist.



Fig. 264.

Nachdem schon *Bernard* darauf aufmerksam gemacht hatte, dass bei gewissen Thieren selbständige Drüschen vom Baue des *Pancreas* in der Nähe des Ausführungsganges in der Darmwand vorkommen, hat *Klob* solche Nebenpancreas auch beim Menschen aufgefunden und *Zenker* diess bestätigt. Nach Z. sitzt das *Pancreas acessorium* stets in der Darmwand, und fand er dasselbe unter fünf Fällen dreimal in der ersten Schlinge des *Jejunum*, einmal im *Duodenum*. Einmal fanden sich zwei Nebenpancreas und im fünften Falle sass dasselbe über der *Valvula coli* am Ende einer Darmausstülpung.

Die Untersuchung des *Pancreas* bietet keine Schwierigkeiten dar, nur stört beim Menschen das Fett in den Epithelzellen der Drüsenbläschen oft und muss man daher auch das *Pancreas* von Säugethieren (Kaninchen, Maus), das meist weniger Fett enthält, zu Hülfe nehmen. Die Drüschen an den Gängen sieht man mit Essigsäure am besten.

Fig. 264. Gefässe des *Pancreas* des Kaninchens. Vergr. 45.

Literatur. *A. Verneuil*, *Mém. s. l'anat. du pancréas*, in *Gaz. méd.* 1851. Nr. 25 u. 26; *Bernard*, *Mém. sur le pancréas*. Paris 1856; *H. Hyde Salter*, Art.: *Pancreas* in *Cyclop. of Anatomy*. Tom. XLIV. p. 88; *Klob*, in Zeitschr. d. Ges. d. Wien. Aerzte. 1859. Nr. 46; *F. A. Zenker*, Neben*pancreas* in der Darmwand, in *Virch.* Arch. XXI. 369.

VII. Von der Milz.

§. 169.

Die Milz, *Splen s. Lien*, ist eine sogenannte Blutgefässdrüse, die in einer gewissen Beziehung zur Erneuerung des Blutes und wahrscheinlich auch zur Gallenabsonderung steht. Bezüglich auf den Bau, besteht dieselbe aus einer fibrösen und serösen Hülle und einem weichen Gewebe, das vorzüglich aus netzförmig verflochtenen festen Balken, den Milzbalken, und einer von denselben umschlossenen rothen Substanz, der Milzpulpe, zusammengesetzt ist. In der letzteren sind ausserdem noch viele besondere weissliche Körperchen, die Milzkörperchen, enthalten, und in dem ganzen Innern verbreiten sich viele Gefässe und eine gewisse Zahl von Nerven.

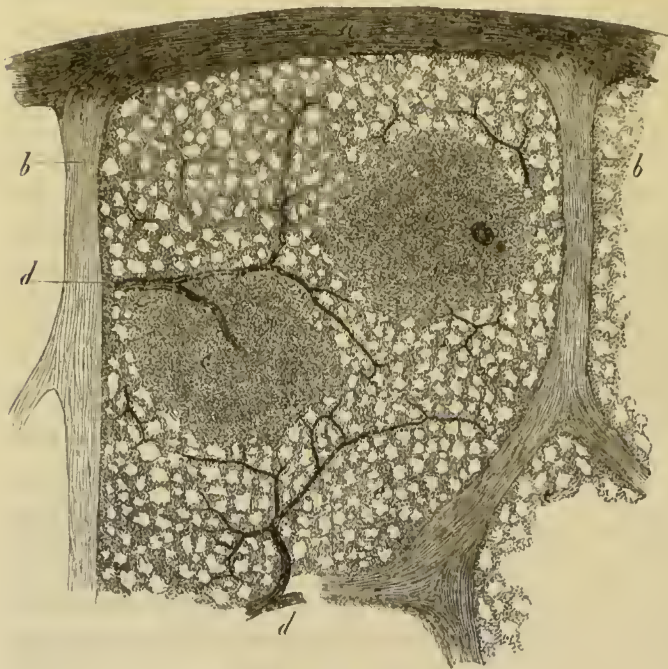


Fig. 265.

§. 170.

Hüllen und Balkengewebe. Die Peritonealhülle überzieht die ganze Oberfläche der Milz mit Ausnahme des *Hilus*, wo sie, die Milzgefässe und Nerven einschliessend, als *Ligamentum gastro-lienale* zum Magengrunde sich fortsetzt, und des obern Endes, von dem sie als *Lig. phrenico-lienale* sich abhebt, und hängt beim Menschen, nicht aber bei Wiederkäuern, so fest mit der Faserhülle zusammen, dass sie nur in Fetzen von dem Organe sich abziehen lässt.

Die Faserhülle *(Tunica fibrosa, albuginea s. propria)* umhüllt als eine mässig dünne und halbdurchsichtige, aber doch recht feste Haut die Oberfläche der Milz vollständig, und geht am *Hilus* auch ins Innere, um die Milzgefässe in Form besonderer Scheiden, *Vaginae vasorum*, ähnlich der *Glisson*'schen Capsel, bis zu den feineren Verästelungen zu begleiten. Beim

Fig. 265. Senkrechter Schnitt durch die äussersten Lagen der menschlichen Milz. *a.* Faserhaut und Bauchfell, *bb.* Milzbalken, *cc.* *Malpighi*'sche Körperchen, eines mit einem Querschnitte der Arterie des Körperchens, das andere mit einer Längsansicht der Arterie, *dd.* Arterienverästelungen, injicirt, *ee.* rothe Milzpulpe mit den Venenräumen und dem Milzgewebe; die erstern sind alle mit Blut strotzend gefüllt und etwas weiter als gewöhnlich. Vergr. 38.

Menschen besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe mit zahlreichen Bindegewebskörperchen und vielen Netzen elastischer Fasern, während meinen Untersuchungen zufolge bei gewissen Thieren, wie beim Hunde, dem Schweine, Esel, der Katze, nach *Stinstra* auch beim Schafe (nicht beim Kaninchen, Pferde, Ochsen, Igel, Meerschweinchen und der Fledermaus) auch glatte Muskeln in ziemlicher Zahl in derselben sich finden.

Die Milzbalken, *Trabeculae lienis*, sind weisse, glänzende, abgeplattete oder cylindrische Fasern von einem mittleren Durchmesser von $\frac{1}{10}$—$\frac{2}{3}'''$, die in grosser Zahl von der innern Fläche der Faserhülle und in geringerer auch von der Aussenfläche der Gefässscheiden entspringen und mit ähnlichen Balken im Innern der Milz so sich vereinen, dass ein durch das ganze Organ sich erstreckendes Netzwerk entsteht. Die Maschenräume, die dasselbe umschliesst, hängen alle miteinander zusammen, enthalten die rothe Milzsubstanz und die Milzkörperchen und sind, obschon keiner dem andern gleich, doch in Form und Grösse bis zu einem gewissen Punkte einander ähnlich. Die ältern Anatomen betrachteten dieselben als regelmässige, von einer Hülle ausgekleidete Hohlräume, ähnlich denen der *Corpora cavernosa* des *Penis*, mit denen sie allerdings in der Anordnung der sie begrenzenden Balken sehr übereinstimmen, allein etwas der Art findet sich nicht, wie am besten an Schnitten, deren Pulpa durch Auswaschen entfernt wurde, nachzuweisen ist. Solche Schnitte (Fig. 266) geben auch das beste Mittel an die Hand, das Verhalten und die Verbindung der Balken zu untersuchen, und sieht man leicht, dass dieselben, obschon von sehr verschiedenen Durchmessern, doch nicht nach Art von Gefässen sich verästeln, vielmehr ganz unregelmässig sich verbinden. Wo vier, fünf oder mehr dieser verschieden dicken Balken sich verbinden, findet sich gewöhnlich ein abgeplattetes eckiges Knötchen, ähnlich einem Nervenganglion, und zwar finden sich diese häufiger gegen die äussere Oberfläche des Organes zu, als in den innern Theilen und am *Hilus*, wo schon die grossen Gefässe dem Gewebe eine hinlängliche Stütze gewähren und eine festere Vereinigung der Balken minder nöthig ist. — Der Bau der Balken der menschlichen Milz entspricht vollkommen demjenigen der Faserhülle und bestehen dieselben aus der Länge nach verlaufendem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen und feineren elastischen Fasern. Bei Thieren finden sich dagegen, wie ich im Jahre 1846 zeigte, bald in allen Balken (Schwein, Hund, Katze), bald (Ochs) nur in den kleineren derselben auch glatte längsverlaufende Muskeln, die keineswegs nur Muskeln der Gefässwände sind, wie *Hlasek* und *Crisp* meinen, über deren Verbreitung das Nähere in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 256 nachzusehen ist.

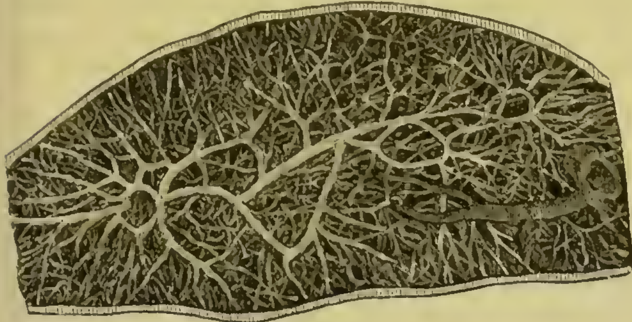

Fig. 266.

Fig. 266. Querschnitt durch die Mitte der Ochsenmilz ausgewaschen, um die Milzbalken und ihre Anordnung zu zeigen. Natürliche Grösse.

Meissner beobachtete musknlöse Faserzellen auch in der menschlichen Milz, und zwar sowohl in der Hülle, als in den Balken (Zeitschr. f. r. Med. 1858. Bd. 11. S. 319), was *Frey* wenigstens für die Balken bestätigt. Ich habe früher, als ich die Muskelfasern der thierischen Milzen aufgefunden hatte, mich vergeblich bemüht, solche beim Menschen nachzuweisen, und sind solche Elemente, wenn vorhanden, gewiss nur sehr spärlich.

Die Milzen der Thiere weichen nicht bloss darin von einander ab, dass die Balken einen sehr verschiedenen Gehalt an Muskelfasern besitzen, sondern es zeigen sich nach *Billroth* auch grosse Abweichungen in Betreff der Menge der Balken überhaupt. Sehr zahlreich sind diese bei den Wiederkäuern, Einhufern, Dickhäutern, spärlich beim Kaninchen, beim Huhne und beim Hechte, denen nach *Frey's* mündlichen Mittheilungen auch das Meerschweinchen, Murmelthier und Eichhörnchen anzureihen sind. In der Mitte stehen Hund, Katze und der Mensch. Je mehr Balken da sind, um so fester ist die Milz.

§. 171.

Die rothe Milzsubstanz, *Pulpa lienis*, ist eine weiche röthliche Masse, welche alle Zwischenräume zwischen den grösseren Balken und den stärkeren Gefässen ausfüllt, und an einem Schnitte der Milz ihrer Weichheit wegen leicht entfernt werden kann. Dieselbe besteht wesentlich aus zwei Elementen, nämlich aus den zartesten Blutgefässen und aus dem eigentlichen Milzgewebe, zu dem bei gewissen Geschöpfen (Wiederkäuer, Schwein) auch noch feine mikroskopische, häufig so zu sagen nur aus Muskelzellen bestehende Bälkchen dazu kommen. Da die Blutgefässe weiter unten besonders zur Besprechung kommen, so soll hier nur von dem ersteren Bestandtheile die Rede sein.

Das eigentliche Milzgewebe *(Billroth)* oder das Drüsengewebe der Milz ist erst in der neueren Zeit durch *Billroth* richtig erkannt worden, und besteht aus einer Abart der früher schon geschilderten cytogenen Bindesubstanz (adenoide Substanz, *His*). Frisch untersucht ist dasselbe ungemein weich und zart, und scheint aus nichts, als aus etwas Flüssigkeit und kleinen Kernen und zelligen Elementen zu bestehen, nimmt man aber Schnitte von Milzen zu Hülfe, welche in Chromsäure oder Alkohol erhärtet wurden, und pinselt man dieselben sorgfältig aus, so überzeugt man sich, dass *Billroth* vollkommen Recht hat, wenn er behauptet, dass das Milzgewebe überall ein feines dichtes Fasernetz als Grundlage und Träger seiner anderweitigen Elemente besitze. Mir war dieses

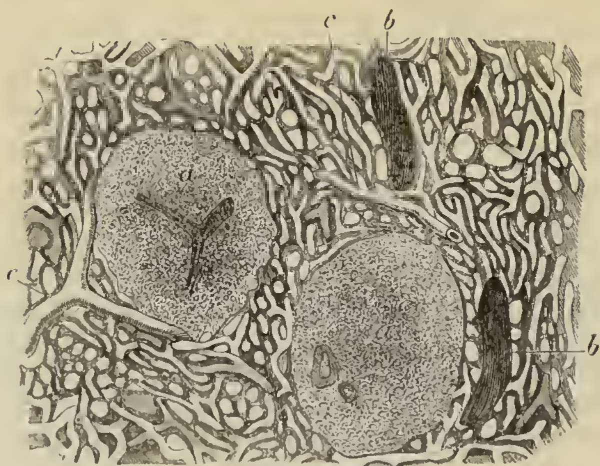


Fig. 267.

Fig. 267. Ein Schnittchen von einer in Chromsäure und Alkohol erhärteten Milz, 38mal vergr. Nach einem Präparate von *Billroth*. *aa*. *Malpighi*'sche Körperchen, eines mit einer gabelförmig getheilten Arterie im Innern, das andere mit zwei querdurchschnittenen solchen Gefässen, *bb*. Milzbalken, *c*. Arterie. Das Uebrige sind capillare Venen, *Billroth* (die hellen Räume) und Balken von Milzgewebe dazwischen (die dunklen Stränge).

Reticulum schon vor Jahren undeutlich zur Anschauung gekommen, indem die von mir in meiner Mikr. Anat. beschriebenen Endigungen der Gefässscheiden in Form von zarten undeutlich faserigen Häuten, von denen ich sagte, dass sie die Capillaren zu verbinden scheinen, offenbar zu demselben gehörten, doch habe ich erst durch *Billroth's* Abbildungen und Präparate das eigentliche Milznetz kennen gelernt und nun auch durch eigene Untersuchungen mich überzeugt, dass seine Auffassung vollkommen richtig ist. Namentlich muss ich von vornherein einer Deutung entgegentreten, an welche bei zarten Fasernetzen, die in den frischen Theilen kaum oder gar nicht sichtbar sind, gedacht werden könnte, der nämlich, dass diese Bildungen durch die Erhärtungsmittel hervorgebrachte Kunsterzeugnisse seien. Wer das *Billroth'*sche *Reticulum* des Milzgewebes genau verfolgt, wird sich leicht überzeugen, einerseits dass dasselbe mit einem ähnlichen nur gröberen *Reticulum* der *Malpighi*'schen Körperchen und der Scheiden grösserer Gefässe in unmittelbarer Verbindung steht, und anderseits, dass dasselbe mit dem unzweifelhaften *Reticulum* verwandter Organe (Lymphdrüsen, *Peyer*'sche Drüsen etc.) die grösste Verwandtschaft besitzt, und sicherlich werden keinem Forscher, der die cytogene Bindesubstanz der verschiedenen Theile der menschlichen und thierischen Körper genau verfolgt hat, irgend welche Zweifel bleiben, dass es sich auch in der Milz um ganz natürliche Bildungen handelt.



Fig. 268.

Was nun das Nähere über das *Reticulum* des Milzgewebes anlangt, so ist dasselbe äusserst dicht und mit so zarten Fasern, dass in keinem andern drüsigen Organe etwas ganz Gleiches gefunden wird (Fig. 268). Auch sind die Fasern meist kernlos; doch kommen auch unzweifelhafte Kerne vor, namentlich bei jungen Geschöpfen, aber auch bei ältern, und ist nicht zu bezweifeln, dass das Netz auch hier ursprünglich nichts anderes als ein Netz von Bindegewebskörperchen ist, in dem dann später die Kerne grösstentheils schwinden, wie diess auch in andern verwandten Organen sich findet. In den Maschen des Netzes liegen die Zellen des Milzgewebes oder die Parenchymzellen der Milz und zwar so, dass häufig nur Eine Zelle, andere Male auch zwei oder drei eine Masche erfüllen. So entstehen, *Reticulum* und Zellen zusammengenommen, zusammen-

Fig. 268. *Reticulum* der Schafsmilz nach einem Präparate von *Frey*, 300mal vergr. *a. Reticulum* der Milzpulpe, *b.* Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens, aus einem dichteren Theile des *Reticulum* bestehend, *cc. Reticulum* im Innern des *Malpighi*'schen Körperchens, von welch' letzterem nur ein kleiner Theil dargestellt ist, *dd.* Capillaren der Körperchen injicirt. Die Zeichnung vom Hrn. Dr. *Eberth*.

hängende Massen von Milzgewebe, die die Lücken zwischen den etwas grösseren Gefässen der rothen Milzsubstanz einnehmen und ihrerseits wiederum von den feinsten Gefässen durchzogen werden. Da die Anordnung der feineren Gefässe der rothen Milzsubstanz in den Milzen verschiedener Geschöpfe sehr verschieden ist, so müssen auch die kleinsten Abtheilungen des Milzgewebes eine verschiedene Anordnung darbieten, in welcher Beziehung jedoch hier nur das bemerkt werden kann, dass in der menschlichen Milz, in welcher die kleinsten Venen einen äusserst dichten Plexus bilden, auch das Milzgewebe in Gestalt von netzförmig verbundenen Strängen auftritt, welche alle Lücken des Venengeflechtes genau erfüllen und ihrerseits wieder die letzten Ausläufer der Arterien enthalten.

Die Zellen des Milzgewebes oder Parenchymzellen der Milz, runde, einkernige Zellen von 0,003 — 0,005''', sind in ihrer Mehrzahl denen in den Milzkörpern so ähnlich (siehe unten), dass eine nähere Beschreibung derselben füglich unterlassen werden kann, auch finden sich mit ihnen untermengt ebenfalls und zwar meist in grösserer Menge als in den *M.* Körperchen freie Kerne, die jedoch bei genauer Untersuchung ebenso wie dort als nicht natürliche Vorkommnisse sich ergeben, so dass mithin auch das Milzgewebe, abgesehen von dem *Reticulum*, einzig und allein rundliche Zellen als wesentliche Elemente enthält. Ausserdem zeigen sich dann noch einige andere Elemente, und zwar 1) blasse runde, gleichartig aussehende Körper, etwas grösser als Blutkörperchen, die sich als Kerne von gleichartigem Aussehen, dicht von einer zarten Hülle umschlossen, ergeben; 2) grössere Zellen bis zu 0,01''' und zwar einmal ganz blasse, mit 1 — 2 Kernen, und dann auch, was ich farblose Körnchenzellen genannt habe, d. h. Zellen mit mehr oder weniger ungefärbten, dunklen, fettartigen Körnchen, welche beide Elemente zwar auch in den *M.* Körperchen, aber nie in so grosser Zahl sich finden. Die Menge der verschiedenartigen Parenchymzellen und der scheinbar freien Kerne in der Pulpa ist so bedeutend, dass dieselben sammt dem sie zusammenhaltenden *Reticulum* und einer geringeren Menge zwischen ihnen befindlicher gelbröthlicher Flüssigkeit wohl die Hälfte der rothen Milzsubstanz ausmachen.

Ausser den farblosen Parenchymzellen enthält das Milzgewebe auch noch ohne Ausnahme eine gewisse Menge rother Blutzellen, die je nach Umständen ein verschiedenes Verhalten darbieten, von welchem Umstande zusammengenommen mit den Füllungszuständen der Capillaren und feinsten Venen die so verschiedenen Färbungen der Milzpulpe abhängen. Bei den einen Thieren nämlich besitzt dieselbe bald eine blassere, mehr graurothe, bald eine braune oder selbst schwarzrothe Farbe. Im letzteren Falle finden sich eine Menge veränderter Blutkörperchen, von denen bald weiter die Rede sein soll, im ersteren dagegen lässt sich durch die mikroskopische Untersuchung leicht nachweisen, dass die rothe Farbe von unveränderten Blutkörperchen herrührt, die auch durch Druck leicht aus dem Gewebe der Milz herauszutreiben sind und bei Zusatz von Wasser in kurzer Zeit allen Farbstoff abgeben. Bei anderen Thieren hat zwar die Milz immer ungefähr dieselbe, meist dunklere Farbe, allein es zeigen sich nichtsdestoweniger auch bald nur unveränderte

Blutkügelchen, bald viele derselben in den mannichfachsten Umwandlungen begriffen. Diese nun beruhen bei allen Thieren wesentlich darauf, dass 1) die Blutkügelchen, indem sie zugleich kleiner, dunkler und die elliptischen der niedern Wirbelthiere auch rundlich werden, in rundliche Haufen sich zusammenballen, und 2) dass diese Häufchen, indem ihre Blutkörperchen immer mehr sich verkleinern und unter Annahme einer goldgelben, braunrothen oder schwarzen Farbe, ganz oder nach vorherigem Zerfallen in Pigmentkörner übergehen, in Pigmenthaufen sich umwandeln. — In manchen Fällen bilden die Blutkörperchen keine Häufchen, machen aber doch den eben geschilderten Farbenwechsel und das Zerfallen wie die anderen durch, in andern liegen sie im Innern von kernhaltigen Gebilden von 0,005—0,015‴ Grösse, die täuschend wie Zellen aussehen, den von mir sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen (Fig. 269). Auch in diesem Falle zerfallen die Blutzellen und verwandeln sich nach und nach in verschieden gefärbte Farbkörnchen und schliesslich selbst in farblose Körperchen um, und trifft man neben den zellenartigen Gebilden mit unveränderten Blutzellen immer andere, die wie gefärbte und farblose Körnchenzellen sich ausnehmen.

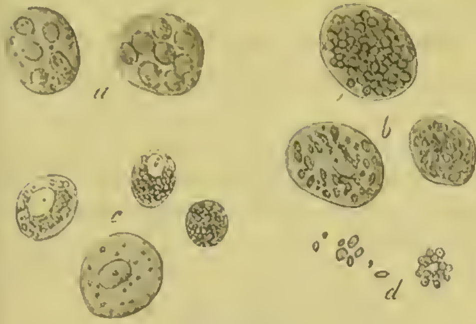


Fig. 269.

Das Milzgewebe bildet in der Milz durchaus kein abgeschlossenes Ganzes, wie man bisher anzunehmen geneigt war, vielmehr steht dasselbe, wie vor Allem *Billroth's* sorgfältige Untersuchungen gelehrt haben, in einem mehr weniger innigen Zusammenhange mit gewissen anderen Theilen. Namentlich gilt diess von dem *Reticulum*, welches einerseits mit dem *Reticulum* und der Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen, anderseits mit einem gröberen Netzwerke um die Arterien und Venen sich verbindet, wie diess weiter unten noch besprochen werden soll. Aber auch die Zellen der Milz sind keineswegs Elemente *sui generis*, und lehren namentlich vergleichend-anatomische Untersuchungen, dass dieselben einerseits mit denen der *Malpighi*'schen Körperchen zusammengehören und anderseits, dass solche Elemente auch in den Scheiden der Arterien vorkommen können.

Nach meinen neuern Erfahrungen enthält die Milzpulpa von neugebornen und jungen saugenden Thieren noch andere als die hier erwähnten Elemente, die vielleicht auch bei ältern Geschöpfen sich werden auffinden lassen, und zwar:

1) kleine kernhaltige gelbliche Zellen von einer solchen Färbung, dass sie oft von Blutzellen kaum mehr unterschieden werden können und unbedingt für sich entwickelnde Blutzellen zu halten sind;

2) feinkörnige Zellen von 0,01—0,02‴ Grösse, mit vielen (4—10 und mehr), in einem mittleren Haufen beisammen liegenden Kernen. Für diese eigenthümlichen Elemente, die sehr an die vielkernigen Zellen aus dem Knochenmarke erinnern und schon vor Jahren von mir im Blute der Leber von Embryonen aufgefunden wurden (*S. Fahrner, De glob. sang. orig. fig.* 10 *c*), habe ich nun die Milzpulpa als Bildungsstätte

Fig. 269. Blutkörperchen haltende Zellen und ihre Umwandlungen aus der Milz des Kaninchens, 350mal vergr. *a.* Zwei kernhaltige Zellen mit Blutkügelchen, *b.* solche Zellen in braune Pigmentzellen umgewandelt, *c.* wieder entfärbte Zellen, *d.* Pigmentkörner aus frei sich veränderten Blutkügelchen entstanden.

aufgedeckt und dieselben zugleich auch im Milzvenenblute nachgewiesen. (Ueber die sprossenden Kerne dieser Zellen s. oben §. 12 und Fig. 8);

3) eine gewisse oft nicht unbedeutende Zahl achterförmiger, d. h. in Theilung begriffener Zellen mit zwei Kernen, die ebenfalls im Milzvenen- und Leberblute sich finden (cf. *Fahrner* Fig. 8).

Von diesen Elementen sind auf jeden Fall die gelben kernhaltigen Zellen, die als sich entwickelnde Blutzellen anzusehen sind, die wichtigsten und habe ich, nachdem ich dieselben aufgefunden hatte, den Satz ausgesprochen, dass hiermit meiner Meinung nach zum ersten Male die Bildung rother Blutzellen in der Milz nicht bloss vermuthet, sondern durch Beobachtung dargethan sei, ein Satz, der besonders bei *Funke* Anstoss erregt hat, da er schon im Jahre 1854 (Physiol. 1. Aufl. S. 134) behauptet hatte, dass jedes Stückchen der Milzpulpe unter dem Mikroskope zahlreiche Uebergangsstufen zwischen kernhaltigen farblosen und kernlosen farbigen Zellen zeige, ich kann jedoch nicht umhin, denselben auch jetzt noch festzuhalten, da ich dasjenige, was *Funke* über die Bildung von rothen Blutzellen in der Milz des Ochsen sagt (Physiol. 3. Aufl. S. 157), nicht zu bekräftigen im Stande bin. Wenn die Beobachtung der Bildung rother Blutzellen hier so leicht ist, wie *Funke* sagt, so wird es auch Andern gelingen, sie zu sehen, was bis jetzt noch nicht der Fall war.

Die Veränderungen des Blutes in der Milz, über welche Ausführlicheres in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 268—271 sich findet und die gleichzeitig mit mir auch *Ecker* beobachtet und wie ich gedeutet hat, haben in der neuesten Zeit eine mehrfache Berücksichtigung erfahren. Einige, wie *Gerlach*, *Schaffner*, *Funke* in früherer Zeit und Andere haben die zellenartigen Körper mit Blutzellen auf eine Neubildung der letztern bezogen, eine Ansicht, die entschieden unrichtig und jetzt auch fast allgemein verlassen ist. Andere haben überhaupt das Vorkommen von kernhaltigen Zellen, die Blutkörperchen einschliessen, geläugnet, wie *Remak* u. m. A., und selbst bestritten, dass in der Milz rothe Blutzellen vergehen, d. h. in Pigmentkörner sich umwandeln. — Letzteres ist entschieden unrichtig, was dagegen die Ansicht von *Remak* betrifft, dass die sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen nur Gerinnsel seien, die Blutkörperchen einschliessen, so ist dieselbe schon der Berücksichtigung werth, um so mehr, da es bei dem jetzigen Stande der Lehre von der Zellenbildung nicht mehr möglich ist anzunehmen, dass Zellen um einen Haufen von Blutkörperchen sammt einem Kerne frei sich bilden. Behufs der Entscheidung würdige man 1) dass die fraglichen Zellen von mir in der Milz lebender Thiere (*Triton*) gesehen worden sind, 2) dass dieselben in sehr vielen Fällen ganz bestimmt neben den Blutzellen einen schönen Kern einschliessen, 3) dass sie nach Allem, was man zu sehen vermag, eine feste Begrenzungsschicht haben, und 4) dass sie entschieden innere Veränderungen erleiden und in einfache pigmentzellenartige Körper übergehen. Uebrigens bestehe ich nach reiflicher Ueberlegung nicht mehr darauf, diese Körper für Zellen zu halten, bekenne aber auch zugleich, dass ihre Entstehung mir nichts weniger als aufgeklärt erscheint.

Die Umwandlungen der Blutzellen im Milzgewebe, ihr Uebergang in Farbkörner und ihr gänzlicher Untergang gehören in jene Reihe pathologischer Bildungen, welche ihres häufigen Vorkommens halber den Eindruck regelrechter Vorgänge machen, ohne doch zu solchen zu gehören. Treten dieselben im Uebermaasse auf, wie bei der *Intermittens*, so dass das Milzgewebe ausgezeichnet gefärbt erscheint, so zweifelt Niemand an dem Krankhaften der Erscheinung. — Ausserdem kann übrigens auch noch die Frage aufgeworfen werden, wie viel von dem Vorkommen von rothen Blutzellen im Milzgewebe in den Bereich des gesunden Lebens gehört, ja es ist noch nicht einmal erwiesen, ob überhaupt regelrecht irgend eine rothe Blutzelle dem Milzgewebe zukommt. Weiteres über diese Angelegenheit siehe in der 3. Aufl. ds. Werkes, S. 462, und in meiner Mikr. Anat.

§. 172.

Malpighi'sche Körperchen. Die Milzkörperchen, *Malpighi*'schen Körperchen oder Milzbläschen *(Corpuscula Malpighii, Vesiculae sive Glandulae lienis)* sind weisse rundliche Körperchen, die in die rothe Milzsubstanz eingebettet und mit den kleinsten Arterien verbunden sind, jedoch

nur in ganz frischen und gesunden Individuen regelrecht schön zur Anschauung kommen, nicht oder selten in solchen, welche an Krankheiten oder nach langem Hungern starben. Daher erklärt sich, dass *v. Hessling* in 960 von ihm untersuchten Fällen die Körperchen nur 115mal fand, und zwar im ersten und zweiten Jahre je bei dem zweiten Individuum, vom zweiten bis zehnten Jahre je beim dritten, vom zehnten bis vierzehnten Jahre je beim sechszehnten, vom vierzehnten Jahre an endlich je beim zweiunddreissigsten. In Körpern von solchen, die eines plötzlichen Todes verstarben, wie bei Verunglückten, Selbstmördern, Hingerichteten, von welchen letztern ich selbst vier Fälle untersuchte, möchten sie wohl nie fehlen, und eben so auch bei der Mehrzahl von Kindern, und sind dieselben in solchen Fällen eben so zahlreich und deutlich, wie bei Säugethieren. — Die Grösse der Milzkörperchen ist beim Menschen und bei Thieren gewissen Schwankungen unterworfen und wurde bisher meist überschätzt, weil man dieselben nicht gehörig für sich darstellte; sie beträgt $^1/_{10}$ — $^1/_3$''', im Mittel $^1/_6$'''. Es ist leicht möglich, dass dieselbe von den verschiedenen Zuständen der chylopoetischen Organe abhängt, so dass die Körperchen nach Aufnahme von Nahrung grösser sind als sonst, doch trifft man sie, wie ich mit *Ecker* angeben kann, häufig auch bei fastenden Thieren ganz prächtig entwickelt, und mangeln beim Menschen in dieser Beziehung alle und jede Thatsachen.


Fig. 270.

Die *Malpighi*'schen Körperchen sind zwar in die rothe Milzsubstanz eingebettet und kaum ganz von ihr zu befreien, jedoch immer an einen Arterienzweig geheftet, in der Weise, dass sie entweder seitlich unmittelbar an einem Gefässchen ansitzen, oder in dem Theilungswinkel eines solchen sich befinden, oder endlich wie gestielt erscheinen, in welch letzterem Falle die Arterie durch das Innere der Körperchen verläuft. Letzteres ist beim Menschen die Regel (*Billroth* u. A.), in sofern als die Arterien meist durch einen Theil der Körperchen, wenn auch nicht immer durch die Mitte gehen, während bei Thieren seitenständige Formen sehr häufig sich finden. — Die Zahl der Körperchen ist sehr bedeutend und tragen Arterienzweige von 0,02 — 0,04''' fünf bis zehn Körperchen, so dass sie mit denselben, von der Pulpa befreit, das Bild eines zierlichen Träubchens geben (Fig. 270). Mir scheint, dass die Annahme, dass je 1 — 1 $^1/_2$ Kubiklinie der Milzpulpe ein Körperchen enthalte, eher zu wenig als zu viel sagt.

Mit Bezug auf den feineren Bau, so besteht jedes *Malpighi*'sche Körperchen aus einer Hülle und einem Inhalte, und was die histiologi-

Fig. 270. Ein Theil einer kleinen Arterie mit einem von *Malpighi*'schen Körperchen besetzten Aste. Vom Hunde. 10mal vergr.

schen Elemente anlangt, aus einem dem der Pulpa ganz ähnlichen *Reticulum* und in die Maschen desselben eingestreuten Zellen. Das *Reticulum* zeigt im Innern der Körperchen so ziemlich dieselbe Beschaffenheit, wie in den Follikeln der *Peyer*'schen Haufen, und unterscheidet sich durch etwas stärkere Balken und gröbere Maschen von demjenigen der rothen Pulpa. Gegen die Oberfläche der Körperchen werden die Maschen des *Reticulum* nach und nach enger, und endlich verdichtet sich dasselbe zu einer je nach den verschiedenen Geschöpfen bald deutlicheren, bald minder gut begrenzten Umhüllungshaut, die ganz entschieden aus nichts anderem als aus einem dichten Geflechte derselben Fasern besteht, welche auch im Innern sich finden. Dass das ganze Netzgewebe auch hier die Bedeutung eines Flechtwerkes sternförmiger Bindegewebskörperchen hat, unterliegt keinem Zweifel, und findet man selbst beim Erwachsenen noch hie und da einzelne Kerne in den Knotenstellen desselben enthalten.



Fig. 271.

Schon im vorigen §. wurde gemeldet, dass das Netzwerk der Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen mit demjenigen der umliegenden Pulpa unmittelbar zusammenhängt, und ist daher hier nur noch das Verhältniss der Körperchen zu den Arterien genauer zu schildern. Die Arterien, die die Körperchen tragen, besitzen aussen an der *Muscularis*, eine deutliche Scheide (Gefässscheide einiger, *Adventitia* und Gefässscheide anderer Forscher). Zu innerst besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe, einer gewissen Zahl feiner elastischer Fäserchen und gestreckten, mehr spindelförmigen Bindegewebskörperchen. Nach aussen verlieren sich allmählich die erstern beiden Gewebe und bleiben endlich nur noch lange Bindegewebskörperchen übrig, die deutlich ein Netz mit engen langen Maschen bilden und dann ganz allmählich in das *Reticulum* des Körperchens sich auflösen, und Zellen in ihren Maschenräumen darbieten. Mögen nun die Arterien mitten durch die Körperchen laufen, oder diese mehr seitlich ansitzen, immer bleibt sich das Verhältniss gleich, und erscheinen die Körperchen als eine Auflockerung der äussersten Lagen der Arterienscheide mit einer reichlichen Zelleneinsprengung, nur dass dieselbe in dem einen Falle ringförmig um die Arterie herumgeht, im andern mehr nur eine seitliche Anschwellung bildet. Man kann demnach auch die Körperchen in eine nähere Beziehung zu den Arterien brin-

Fig. 271. *Reticulum* der Schafsmilz nach einem Präparate von *Frey*, 300mal vergr. *a. Reticulum* der Milzpulpe, *b.* Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens, aus einem dichteren Theile des *Reticulum* bestehend, *cc. Reticulum* im Innern des *Malpighi*'schen Körperchens, von welch' letzterem nur ein kleiner Theil dargestellt ist, *dd.* Capillaren der Körperchen injicirt. Die Zeichnung vom Hrn. Dr. *Eberth*.

gen und dieselben als Verdickungen eigener Art der Arterienwand betrachten, wofür auch vergleichend-anatomische Thatsachen sprechen (*Leydig, Billroth, Key, Schweigger, Frey*), nur vergesse man nicht, dass die grösseren Arterien der Milz eine solche Lage nicht besitzen, und dass in diesem Falle schliesslich das ganze Milzgewebe als ein ganz besonderes Umhüllungsgewebe der Gefässe überhaupt aufgefasst werden müsste, was doch die Eigenthümlichkeiten dieser Bildungen allzu sehr in den Hintergrund drängen würde.

In ihrem Innern enthalten die *M.* Körperchen kein Epithelium, sondern sind in den Maschen des sie durchziehenden *Reticulum* von einer zähflüssigen, grauweissen, zusammenhängenden Masse ganz erfüllt, die aus einer geringen Menge einer klaren, in der Hitze gerinnenden, also eiweisshaltigen Flüssigkeit, von neutraler Reaction und vielen rundlichen kleineren und grösseren (von 0,002 — 0,006‴), meist einkernigen, blassen, durch Wasser körnig werdenden Zellen und einer verschiedenen Zahl von freien Kernen besteht, welche letzteren jedoch nach meinen neuern Erfahrungen bei sorgfältiger Untersuchung vermisst werden und alle aus zerstörten Zellen stammen. Ausser diesen Zellen, die häufig einzelne Fettkörperchen enthalten, und die deutlichsten Beweise abgeben, dass in den *M.* Körperchen eine beständige Zellenbildung durch Theilung vor sich geht, finden sich in denselben auch in besonderen Fällen veränderte oder unveränderte, freie oder in zellenartige Körper eingeschlossene Blutkörperchen und, wie ich im Jahre 1852 an einer Katzenmilz und dann auch beim Menschen entdeckte, auch feine Blutgefässe, wie in den *Peyer*'schen Follikeln (siehe §. 161), eine Beobachtung, die seither von vielen Forschern bestätigt und auf viele Säugethiere, die Vögel und Amphibien ausgedehnt worden ist. — Diese Blutgefässe entspringen theils aus dem Stämmchen im Innern des *M.* Körperchens, theils aus ausserhalb desselben gelegenen kleinen Arterien, und bilden im Innern des Körperchens ein zierliches und reichliches Capillarnetz, das in der Nähe der Hülle desselben oft deutliche Schlingen zeigt. Von einer Centralvene, die einige neuere Forscher erwähnen, habe ich nichts gesehen, dagegen schon vor Jahren beobachtet (Würzb. Verh. IV. 1854. S. 58), dass die Capillaren der Körperchen mehrfachen kleinen Venen den Ursprung geben, die aus denselben austreten und in der Pulpa sich verlieren. —



Fig. 272.

Die *M.* Körperchen schliessen sich anatomisch ganz an die schon beschriebenen Follikel der *Peyer*'schen und solitären Drüsen, und stimmen auch mit denen der Tonsillen und Lymphdrüsen überein, wesshalb sie vorläufig als drüsenartige Follikel bezeichnet werden können. Die Vermuthung vieler älterer und neuerer Forscher, dass dieselben mit Lymphgefässen zusammenhängen, obschon wahrscheinlich, ist immer noch nicht bewiesen. *Gerlach* glaubte früher, dass dieselben erweiterte Anfänge der Lymphgefässe seien, hat nun aber, seit ich die Blutgefässe im Innern derselben aufgefunden, diese Ansicht aufgegeben, und die Körperchen für Lymphdrüsen erklärt. Solche Deutungen hätten allen Anspruch auf Geltung,

Fig. 272. Inhalt eines *Malpighi*'schen Körperchens vom Ochsen, 350mal vergr. *a*. Kleine, *b*. grössere Zellen, *c*. freie Kerne.

wenn die Beziehung der Körperchen zu den Lymphgefässen nachgewiesen wäre, allein diess ist, wie ich immer noch behaupten muss, nicht mit der nöthigen Bestimmtheit geschehen, indem auch *Gerlach's* und *Key's* Beschreibungen (ebenso wie die früheren von *Evans*, *Schaffner* u. A.) der von den Körperchen abgehenden oder in ihnen entspringenden Lymphgefässe nicht das nöthige Vertrauen erwecken. Auch ich bin geneigt, die *Malpighi*'schen Körperchen den Lymphdrüsen an die Seite zu stellen, doch muss ich mit Bezug auf diese Frage wie bei den *Peyer*'schen Follikeln sagen, dass von einer vollkommenen Uebereinstimmung keine Rede sein kann, indem die *M.* Körperchen auf keinen Fall zuführende Lymphgefässe haben. *Leydig's* auf vergleichend-anatomische Thatsachen gestützte Vermuthung, dass die Milzblutgefässe von Lymphgefässen umgeben seien, und dass die *M.* Körperchen nur Erweiterungen dieser seien, scheint für höhere Thiere keine Anwendung finden zu können, da bei diesen keine Spur von umhüllenden Lymphkanälen zu sehen ist. Dagegen wäre es allerdings möglich, dass die tiefen Lymphgefässe der Milz innerhalb der Arterienscheiden bis zu den *M.* Körperchen gelangten und in irgend einer Weise an denselben begännen, worüber jedoch erst die leider noch nicht angestellten Einspritzungen dieser Gefässe einen bestimmten Aufschluss geben werden.

Malpighi'sche Körperchen sind bei allen bisher untersuchten Säugethieren aufgefunden worden und kommen auch den Vögeln zu. Bei den Säugern ist nach *Schweigger* die Grösse der Follikel im Mittel 0,47''''. Die Hüllen sind hier sehr verschieden entwickelt, am zartesten beim Menschen. Eigenthümlich ist die Beobachtung von *Billroth* und *Frey* über eine besondere Rindenschicht an den Körperchen des Kaninchens, welche an den die Lymphdrüsen-Alveolen umhüllenden Lymphsinus erinnert, jedoch bis jetzt noch nicht mit Sicherheit als etwas derartiges sich hat darthun lassen. Nach *Frey* kommen beim Eichhörnchen an Arterien längere Strecken vor, an denen die Scheide ringsherum den Bau der *M.* Körperchen besitzt. Unter den beschuppten Amphibien sah sie *J. Müller* bei einer Chelonia, ich bei der Blindschleiche, wo die Körperchen von einem äusserst zierlichen Netze von Capillaren umgeben waren. Eidechsen, Nattern und Schildkröten scheinen nach *Billroth* keine scharf begrenzten Milzkörperchen zu enthalten. Die beiden ersten Thiere zeigen fast nur weisse Pulpa. Die Schildkröten besitzen eine Menge verschieden geformter weisser Stellen ungefähr in gleicher Menge wie die rothe Pulpa (*Müll.* Arch. 1847. S. 93). Bei Fröschen und Kröten will sie *Oesterlen* hie und da gesehen haben, ich war jedoch nicht im Stande, bei irgend einem nackten Amphibium solche zu finden, womit auch *Leydig* übereinstimmt, der jedoch hier ebenso wie *Billroth* kleine weissgraue Stellen der Pulpa, die auch ich kenne, mit denselben vergleicht. Beim Frosche sah *Schweigger* in Einem Falle Einen scharf begrenzten Follikel von 0,33'''' Länge, 0,025'''' Breite. Bei den Fischen hält *Leydig* die von mir an den Arterien beschriebenen Blasen für den *M.* Körperchen gleichwerthig, welche Blasen, wie ich zeigte, nicht immer farblose Zellen, sondern meist nur Blutkörperchen enthalten, und vielen Fischen gänzlich fehlen, wesshalb ihre Deutung als regelrechte Gebilde doch wohl noch zweifelhaft sein möchte. Nur die Plagiostomen scheinen ganz unzweifelhafte *M.* Körperchen zu enthalten. Bei mehreren Fischen sah *Leydig* an kleinen Milzarterien die *Adventitia* gleichmässig von der *Media* abgehoben und zwischen beiden denselben Inhalt, wie in den grösseren Blasen. — *J. Müller's* Vermuthung, dass die *M.* Körperchen bei allen Wirbelthieren sich finden, bestätigt sich demnach nicht, eine Thatsache, die nicht so ganz unwichtig ist, wenn man nach der physiologischen Bedeutung derselben frägt. — Für den Zusammenhang der Milzbläschen mit Lymphgefässen führt *Schultz-Schultzenstein* an (A. med. Centralz. 1855. Nr. 33), dass die erstern nach Unterbindung der Gefässe des *Hilus* in frisch geschlachteten und vor dem Schlachten gefütterten Thieren eine ungewöhnliche Ausdehnung erleiden, und hält dieser Forscher die Bläschen für nichts als rosenkranzförmige

Erweiterungen der Lymphgefässe, eine Deutung, die der möglicherweise richtigen Beobachtung nur Eintrag thun kann. — Nicht ohne Bedeutung scheint mir in dieser Angelegenheit die von mir ermittelte Thatsache, dass die *Vasa lymphatica profunda* des Ochsen und Kalbes erheblich mehr Lymphkörperchen enthalten, als die *Vasa superficialia*. Da jedoch die innere Milzlymphe auch rothe Blutzellen enthält, so liegt die Möglichkeit vor, dass in den von mir untersuchten Fällen die Elemente derselben zufällig aus der Pulpa übergetretene Bestandtheile waren, welche nur durch zahlreichere Beobachtungen abzuweisen sein wird.

§. 173.

Gefässe und Nerven. Bei ihrem Eintritte in die Milz werden die relativ sehr grosse Milzarterie und die noch grössere Milzvene gleich von den als Gefässscheiden bezeichneten Fortsetzungen der fibrösen Haut umgeben, die beim Menschen vollständige Hüllen um die Gefässe und Nerven, etwa nach der Art der *Capsula Glissonii* bilden, so dass namentlich die Arterien und Nerven leicht für sich dargestellt werden können, weniger die Venen, die an der der Arterie abgewandten Seite fester mit der Scheide sich verbinden. Anfänglich ist die Dicke der Scheiden ebenso bedeutend, wie die der *Fibrosa* und behalten sie auch diese Dicke bei, so lange sie die Hauptäste der Gefässe umgeben. Die feineren Verästelungen der letztern und die schon von den grossen Stämmen abgehenden kleinen Aeste haben feinere und immer feinere Scheiden, bis zuletzt, wenn die Gefässe ganz zart geworden, dieselben im *Reticulum* der Pulpa sich verlieren. Die Dicke einer Scheide ist immer geringer als die der Vene, doch werden nach den Verästelungen zu die Scheiden verhältnissmässig stärker. Dass viele Balken an die Gefässscheiden sich ansetzen, wurde schon oben bemerkt, und betheiligen sich dieselben hierdurch, sammt den eingeschlossenen Gefässen, auch an der Bildung des derberen Netzwerkes im Innern der Milz. — Bei Säugethieren, wie beim Pferde, Esel, Ochsen, Schweine, Schafe u. s. w., verhalten sich die Scheiden anders, indem hier an den kleineren Venen gar keine solchen sich finden und an den grösseren so zu sagen nur auf der Seite, wo die Arterien und Nerven liegen. Nur die zwei Hauptäste der Vene haben hier vollständige Scheiden, während die Arterien von den Stämmen an bis zu den feinsten Verästelungen hin solche besitzen. Der Bau der Scheiden ist im Wesentlichen der der Balken, doch finden sich nicht in allen Fällen, wo die letztern Muskeln enthalten, solche auch in der Scheide, so z. B. beim Ochsen, während dieselben beim Schweine auch hier sehr deutlich sind. Ausserdem wiegen in den feineren Scheiden die Bindegewebskörperchen vor den elastischen Fasern vor, welche schliesslich ganz verloren gehen, und hängen die Netze der ersteren allerwärts mit dem *Reticulum* der rothen Pulpa zusammen.

Die Milzarterie spaltet sich nach ihrem Eintreten mit jedem Hauptaste gleich strauchartig in eine grössere Zahl von Aesten, von denen die grösseren nach dem vordern, die kleineren nach dem hintern Rande des Organes hinstreben, und keine Verbindungen mit denen anderer Hauptäste bilden. Wenn dieselben bis zu $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}'''$ sich verdünnt haben, so trennen sie sich von den Venen, die bisher in der nämlichen Scheide mit ihnen verliefen, setzen sich dann mit ihren 0,01, 0,02—0,04''' starken Zweigen in schon beschriebener Weise mit den *Malpighi*'schen Körperchen in Verbindung. Dann dringen sie in die rothe Milzsubstanz hinein und zerfallen unmittelbar in zier-

liche Büschel kleinster Arterien, die sogenannten *Penicilli* (Fig. 273), welche dann zum Theil in die *Malpighi*'schen Körperchen eingehen (s. oben §. 172), zum Theil ausserhalb derselben in wirkliche Capillaren von 0,003 — 0,005''' sich auflösen, die überall in der Pulpa, sowohl um die *Malpighi*'schen Körperchen herum, als auch sonst in Menge sich finden. Diese Capillaren der Pulpa, sowie auch die kleinsten Arterien, liegen allerwärts in den oben beschriebenen (siehe §. 170) Balken des eigentlichen Milzgewebes und setzen sich, nach den Untersuchungen von *Billroth*, ohne ein wirkliches Capillarnetz zu bilden, unmittelbar in die Anfänge der Venen fort.

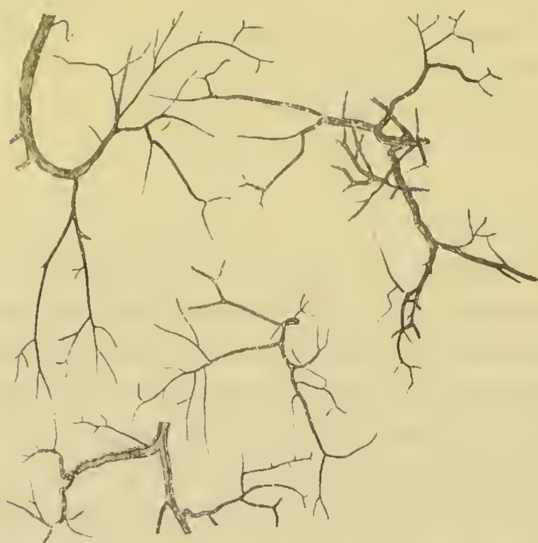


Fig. 273.

Was die Venen anlangt, so muss ich mich vor Allem gegen das Vorkommen von grösseren Venenräumen, *Sinus venosi*, die ältere und neuere Anatomen beschreiben, in der menschlichen Milz aussprechen. Die grösseren Venen, welche noch Arterien begleiten, zeigen durchaus nichts Besonderes, abgesehen von ihrer Weite. Alle haben eine besondere Haut, die, wenigstens auf der Seite der Arterie, leicht nachzuweisen ist, und allmählich sammt der Gefässscheide sich verdünnt. Oeffnungen kleiner Venen, sogenannte *Stigmata Malpighii*, finden sich in den grössten dieser Venen nur in geringer Menge, während sie in den kleineren häufig sind. Von dem Punkte aus, wo die Venen von den Arterien sich trennen, verhalten sie sich etwas verschieden. Einmal nämlich gehen nun auf allen Seiten eine grosse Zahl kleinerer Gefässe unter meist rechten Winkeln von den Venenzweigelchen ab, wodurch ihre Wand stellenweise fast wie siebförmig durchbrochen erscheint, und zweitens verschmelzen ihre Hüllen mit den Gefässscheiden ganz, so dass beide schliesslich nur noch eine ganz zarte Wand bilden, die jedoch immer noch an den feinsten, durch das Messer nachweisbaren Gefässen mit Leichtigkeit zu erkennen ist. Erweiterungen irgend einer Art finde ich in keinem Theile dieser Venen, nur ist zu bemerken, dass dieselben langsamer sich verengern, als die Arterien. Was ihre letzte Endigung betrifft, so verdanken wir *Billroth* die wichtige Entdeckung, dass in der menschlichen Milz die kleinsten Venen von 0,03–0,04–0,05''' Durchmesser allerwärts in der rothen Pulpa ein sehr dichtes Netz bilden, welches den Hauptbestand dieses Theiles der Milz ausmacht. Ich kann diesen Fund, der an erhärteten Milzen nicht schwer zu gewinnen ist, mögen sie nun eingespritzt sein oder nicht, ebenso wie *Frey*, vollkommen bestätigen mit dem Bemerken, dass durch denselben der so lange vergeblich untersuchte Bau der rothen Milzsubstanz zum ersten Male in allen seinen wesentlichen Verhältnissen aufgeklärt worden ist. Es ist schwer, von dem zierlichen Baue der Milzpulpa, wie er nun sich herausgestellt hat, eine ganz richtige

Fig. 273. Arterienenden der menschlichen Milz, etwa 25mal vergr.

Vorstellung zu geben. Immerhin versinnlicht die Fig. 267 nach einem Schnitte von *Billroth* die Hauptsache, und setze ich noch hinzu, dass die beste Vergleichung die mit dem Lebergewebe ist, indem ebenso wie hier die Leberbalken und Capillaren, so in der Milz die Balken von Milzgewebe (*Reticulum* und Parenchymzellen mit den kleinsten Arterien und Capillaren) und die kleinsten Venen sich durchflechten. Weiter ist übrigens diese Vergleichung nicht durchzuführen, und ist in histiologischer Beziehung die mit den Lymphsträngen und Lymphsinus der Marksubstanz der Lymphdrüsen viel brauchbarer (*Frey, Billroth*) und auch nicht schlecht die mit den *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane. Denkt man sich in diesen die Balken, die ja auch Arterien und Capillaren enthalten, mit Zellen durchsetzt und aus cytogener Bindesubstanz bestehend, so ist die Uebereinstimmung fast vollkommen. Es sind nämlich in der Milz die capillaren Venen (*Billroth*), die weniger zweckmässig auch »Venen der cavernösen Sinus oder Milzkanäle« genannt werden, wie *Billroth* richtig angibt, ohne eine besondere Wand und besitzen als besondere Begrenzung, abgesehen von dem Epithel, das noch besprochen werden soll, nichts als eine etwas dichtere Lage des schon oben beschriebenen *Reticulum* des eigentlichen Milzgewebes. Somit begrenzen die Balken des Milzgewebes unmittelbar die capillaren Venen, und erscheinen diese nur als von Epithel ausgekleidete Lücken in diesem.



Fig. 274.

Das Epithel der Milzgefässe, namentlich der Venen, löst sich früher oder später nach dem Tode leicht ab, und erscheint dann in sehr grosser Menge scheinbar frei in der Pulpa. Die Zellen sind nichts anderes, als die früher fragweise von mir mit Muskelzellen verglichenen spindelförmigen Körper (Fig. 275) mit oft seitlich ansitzendem Kerne, die manchmal zusammengerollt und auch in sicherlich erst nach dem Tode entstandenen zellenartigen Blasen drin gefunden werden. *Billroth* hat diese Zellen auch in den kleinsten capillaren Venen der Pulpa nachgewiesen, und sitzen sie hier in einfacher hautartiger Schicht immer so, dass ihre Kerne in die Lichtung der Gefässe hervorragen.

Der dunkelste Theil in der Lehre von der Milz ist immer noch der über den Zusammenhang der Capillaren der Pulpa mit den feinsten cavernösen

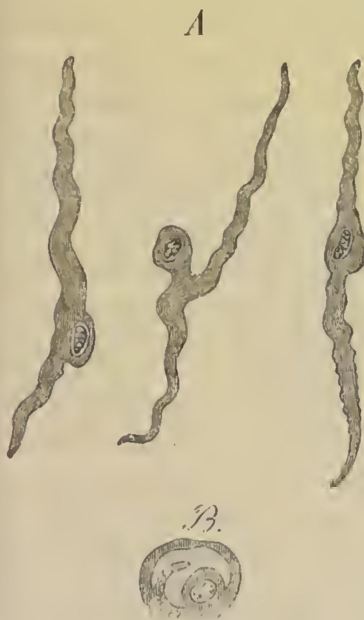


Fig. 275.

Fig. 274. Ein Stückchen der rothen Pulpa einer in Alkohol erhärteten menschlichen Milz ausgepinselt, 250mal vergr. *aa. Reticulum*, *bb.* Querschnitte capillarer Venen, deren Epithel abgefallen ist, *ccc.* Querschnitte solcher Venen, deren Epithel mehr weniger vollkommen erhalten ist, *dd.* Längsansicht von denselben Venen, *e.* ein Capillargefäss, im Milzgewebe liegend.

Fig. 275. Epithelzellen der Milzvenen des Menschen, eine mit stark hervorragendem Kerne. 350mal vergr.

Venengeflechten. Am meisten Vertrauen scheint mir die Aufstellung zu verdienen, die ich schon lange vertheidige und für die auch die Untersuchungen von *Gray* und vor Allem die von *Billroth* sprechen, nach welcher die Capillaren und Venen unmittelbar mit einander zusammenhängen. Einen solchen Zusammenhang habe ich in den *Malpighi*'schen Körperchen wirklich gesehen, und was die Pulpa anlangt, so ergeben die Einspritzungen von *Billroth* dasselbe. Immerhin muss zugegeben werden, dass der Uebergang der Capillaren in die Venenräume noch keinem Forscher so sich dargeboten hat, dass derselbe einer Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen zugängig gewesen wäre, und dass somit hier immer noch ein Feld für weitere Untersuchungen bleibt.

Lymphgefässe besitzt die menschliche Milz verhältnissmässig sehr wenige. Die oberflächlichen derselben verlaufen spärlich zwischen den zwei Hüllen, sind jedoch, ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des *Hilus*, kaum zu erkennen. Die tiefen Gefässe finden sich im *Hilus*, von wo aus sie ebenfalls nur wenige an Zahl und von geringem Durchmesser die Arterien begleiten, jedoch lange nicht so weit, wie diese sich verfolgen lassen. Am *Hilus* kommen beiderlei Gefässe zusammen, gehen durch einige kleine hier befindliche Drüsen und vereinen sich schliesslich in einen Stamm, der am 11. oder 12. Wirbel in den *Ductus thoracicus* mündet. An kranken Milzen sieht man von den oberflächlichen Lymphgefässen meist keine Spur.

Die aus vielen feinen und einigen dicken Röhren und mässig viel *Remak*'schen Fasern bestehenden Nerven der Milz kommen aus dem die Milzarterie mit zwei oder drei Stämmen umstrickenden Milzgeflechte, und setzen sich im Innern des Organes je mit einem oder zwei hie und da sich verbindenden Aesten auf die Arterien fort. Beim Schafe und Ochsen sind diese Milznerven von mächtiger Stärke, so dass sie alle zusammen an Dicke der leeren und zusammengezogenen Milzarterie gleichkommen, welche Stärke auf Rechnung ungemeiner Mengen sogenannter *Remak*'scher Fasern zu setzen ist, welche nach meinen neueren Erfahrungen nichts als Bündel ganz feiner markloser Nervenfasern (Axencylinder) sind (siehe §. 115. Anm.). Bei Thieren kann man die Nerven, die durchaus ohne Ganglien sind, mit dem Messer weit in die Milz hinein verfolgen, weiter als beim Menschen, und mit Hülfe des Mikroskops habe ich dieselben häufig auch an den die *M.* Körperchen tragenden Arterien noch gesehen. Ueber ihre Endigungen kann ich nur das sagen, dass dieselben in die Pulpa übergehen und auch an den Arterienpinseln noch zu sehen sind. Dieselben werden hierbei schliesslich so fein, wie die feinsten Capillaren, enthalten keine dunkelrandigen Röhren mehr und enden nach dem, was *Ecker* gesehen hat (l. c. S. 149. Fig. 10), wahrscheinlich gabelförmig verästelt und frei. Beim Kalbe messen die Nerven an Arterien von 1''' 0,024 — 0,028''', an den *Penicilli arteriarum* 0,0048 — 0,0056''', mitten in der Pulpa 0,003—0,004'''. In Stämmchen von 0,012 — 0,028''' sah ich hier noch eine einzige dunkelrandige Nervenfaser, während alles andere aus den eben erwähnten Bündeln feinster blasser Nervenfasern bestand, die in den feineren Fäden allein vorhanden waren. — In den Stämmen der Milznerven des Kalbes finden sich schon vor ihrem Eintritte in die Milz und innerhalb derselben zahlreiche gabelförmige Theilungen der dunkelrandigen

zum Theil gröberen, zum Theil feineren Primitivröhren, welche beim Menschen aufzufinden mir bisher nicht gelang.

Von den Säugethieren scheinen in Bezug auf die grösseren Venen manche ganz an den Menschen sich anzuschliessen, andere, wie Pferd, Ochs, Schaf, Schwein, weichen dagegen sehr bedeutend ab. Hier findet sich nur an den Anfängen der allergrössten Venenstämme eine besondere Venenhaut und Gefässscheide, während tiefer herein dieselben nur an der Seite der Arterie sichtbar sind. An allen kleineren Venen, die für sich (ohne Arterien) verlaufen, ist von zwei Hüllen keine Spur mehr zu finden, ja es scheinen selbst diese Venen einfach Aushöhlungen in der Milzsubstanz zu sein, indem man an ihren Wänden eine Menge verflochtene *Trabeculae* und dazwischen rothe, oft knollig vorspringende Milzsubstanz sieht. Dieselben haben jedoch immer noch eine vollkommen glatte und glänzende Oberfläche, die von einem nur durch das Mikroskop nachweisbaren Ueberzuge von mehr spindelförmigen, nach Art eines Pflasters verbundenen Epithelzellen von 0,005—0,01''' herrührt. Dieses Epithelium entspricht vollkommen dem der grösseren Venen, nur liegt es hier nicht mehr auf einer besonderen Wand, sondern unmittelbar auf der Milzsubstanz, d. h. auf den Balken und einem zarten häutigen Wesen, einer Verdichtung des *Reticulum*, das die Pulpa zwischen denselben abgrenzt, auf. Bei so bewandten Umständen kann man mit vollem Rechte von Venensinus reden, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese so zu sagen wandungslosen Venen eine mächtige Weite besitzen, und von unzähligen in sie sich ergiessenden Venen durchlöchert sind. Diese kleineren Venen selbst lassen sich noch ziemlich weit durch die Scheere verfolgen, und sind in unsern Tagen auch von *Billroth* und *Frey* eingespritzt worden, wobei sich ergeben hat, dass dieselben etwas andere Formen haben, als beim Menschen, und auch in anderer Weise mit den Capillaren zusammenhängen (siehe in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI). Geflechte cavernöser feiner Venen wie beim Menschen fand *Billroth* beim Hunde, Kaninchen und Huhne, *Frey*, wie ich aus mündlicher Mittheilung weiss, auch beim Meerschweinchen, Eichhörnchen und Murmelthiere.

Die Lymphgefässe sind bei Säugethieren nach den Angaben älterer Schriftsteller sehr zahlreich, was für die *Vasa superficialia* ganz richtig ist, die z. B. beim Kalbe in dem subserösen Bindegewebe in reichlichster Menge und mannichfach zusammenhängend sich finden. Dagegen sind, wie ich finde, auch hier die *Vasa profundiora* spärlich. So zähle ich im *Hilus* einer Kalbsmilz nur vier Lymphstämme mit einem Gesammtdurchmesser von 0,17'''. Oberflächliche und tiefe Lymphgefässe scheinen hier in einiger Verbindung zu stehen, in sofern als mit kleinen Arterienästchen, die aus dem Innern der Milz hervorkommend in den Hüllen sich ausbreiten, auch einzelne feine Lymphgefässe hervortreten und in die oberflächlichen Stämme sich ergiessen, Gefässe, die vielleicht mit den am *Hilus* hervorkommenden zusammenhängen. Diese letzteren lassen sich beim Ochsen leicht eine Strecke weit ins Innere verfolgen, so weit, dass man sehen kann, dass dieselben nicht nur anfänglich, sondern auch später immer mit den Arterien verlaufen. Wie sie beginnen, ist unbekannt, und kann ich nur so viel sagen, dass die Arterien an den *M.* Körperchen und in den *Penicilli*, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, nicht mehr von Lymphgefässen begleitet sind. Der Bau der Lymphgefässe der Milz zeigt nichts Besonderes, und haben dieselben Klappen.

Die Arterien der menschlichen Milz sind ungemein muskulös, was vollkommen hinreicht, um das von vielen Beobachtern nachgewiesene An- und Abschwellen des Organes 5—6 Stunden nach Aufnahme der Nahrung zu erklären. Bei Thieren können ausser diesen Elementen auch die von mir aufgefundenen Muskeln der Hülle und der Balken hierbei sich betheiligen, was dann auch begreiflich macht, dass thierische Milzen auf Galvanismus kräftiger sich zusammenziehen, als die Menschenmilz, bei der übrigens hier in Würzburg bei einem Hingerichteten die Zusammenziehungen ebenfalls gesehen wurden (s. Würzb. Verh. V.).

Ueber die Gefässe der Milz sind in den letzten Jahren mannichfache abweichende Ansichten zu Tage getreten, auf welche hier nicht ausführlich eingegangen werden kann. Beachtung verdienen die von *Key* und *Stieda* eingespritzten engen Netze feiner Kanälchen, die sie für Capillarnetze halten (ll. cc.). Ich kenne diese Netze von Präpa-

raten her, die ich von *Gerlach* erhielt, bei dem *Stieda* arbeitete, und durch Einspritzungen von *Kollmann* in München, die ich bei *Frey* sah, und kann mich wie *Frey* und *Billroth* des Gedankens nicht erwehren, dass dieselben Kunsterzeugnisse seien. — Der die *Billroth*'schen Venenplexus begrenzende Theil des *Reticulum* des Milzgewebes zeigt stellenweise zierliche querverlaufende Fasern und diese sind es wohl, die *Henle* in Einem Falle wahrgenommen hat, aber irrthümlich einem besonderen Kanalsysteme zutheilte. Ebenso beruht die Annahme *Grohe's* von besonderen Drüsenkolben in der Milzpulpa sicher auf Verwechselungen, doch ist mir noch nicht klar, ob die oben beschriebenen Balken des Milzgewebes oder die feinsten Venen von ihm missdeutet worden sind. — In Betreff der Arterien der Milz noch die Bemerkung, dass die Zahl der feinsten Aeste derselben und der Capillaren in der That, wie *Billroth* richtig angibt, eine sehr grosse ist, so dass es an guten Einspritzungen den Anschein gewinnt, als ob die Mehrzahl der Balken des Milzgewebes solche Gefässe enthielten. Der Durchmesser dieser hie und da verbundenen feinsten Arterien ist 0,01—0,008''', mithin feiner als der der capillären Venen. An einer gelungenen Injection der Arterien der menschlichen Milz finde auch ich stellenweise die Venennetze etwas gefüllt, und bin auch ich der Meinung, dass *Billroth's* Annahme, dass die Arterien und Venen überall unmittelbar, d. h. durch die Capillaren ineinander münden, in der That die richtige ist.

Bei dem jetzigen Stande der Dinge lässt sich in physiologischer Beziehung über die Milz etwa Folgendes sagen: 1) Ist es klar, dass das Milzgewebe und der Inhalt der *Malpighi*'schen Körperchen der Sitz chemischer Umsetzungen ist, welche den bisherigen Untersuchungen zufolge sehr erhebliche sind und einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung des Milzblutes haben müssen.

2) Ist es nachgewiesen, dass in der Milzpulpa junger Thiere rothe Blutzellen sich bilden (ich), sowie dass das Venenblut der Milz erwachsener Geschöpfe eine ungemein grosse Menge farbloser Zellen führt (ich, *Funke*), ein Verhältniss, das bei Hypertrophien in ganz aussergewöhnlichem Grade auftritt (*Virchow*). Der Heerd für diese Zellenbildung scheinen nicht die Blutgefässe zu sein, — wenigstens spricht hierfür immerhin noch keine einzige Thatsache mit Sicherheit — sondern das Milzgewebe selbst. Dürfte man annehmen, dass wegen der lockern Beschaffenheit der Wände der cavernösen Venen ein Uebertritt der Elemente des Milzgewebes in diese möglich ist, so träte dann das Milzgewebe in dieselbe Beziehung zum Blute, wie das Gewebe der Lymphdrüsenalveolen und Stränge zur Lymphe, und würde die Milz in der That als eine Art Lymphdrüse erscheinen. Natürlich wäre bei so bewandten Umständen ein Uebertritt von Elementen des Blutes in das Milzgewebe auch nicht gerade auffallend, müsste jedoch vielleicht als weniger naturgemäss angesehen werden. Welchen Einfluss die Zusammenziehungen der verschiedenen muskulösen Elemente des Organes und die Zustände des Blutdruckes auf die Wechselwirkungen zwischen dem Blute und dem Milzgewebe haben müssten, ist klar, braucht jedoch hier nicht weiter auseinandergesetzt zu werden. — In Betreff der *Malpighi*'schen Körperchen wurde oben schon Einiges bemerkt, und will ich hier nur noch beifügen, dass dieselben, vorausgesetzt dass eine Beziehung zu den Lymphgefässen nicht nachzuweisen ist, doch auch ganz gut mit dem Milzgewebe der Pulpa in Eine Linie gestellt werden können, von welchem sie ja häufig so wenig scharf abgegrenzt sind. Ihre reichlichen Gefässe lassen einen lebhaften Stoffwechsel in ihnen vermuthen, und ihr Bau ist derart, dass ein Austritt der in ihnen eingeschlossenen Zellen in die Pulpa doch auch nicht zu den Unmöglichkeiten gehört. —

Für die Untersuchung der Milz ist vor Allem die Erhärtung des Organes zu empfehlen, welche *Führer* zuerst mit *Liq. ferri sesquichlorati* und *Billroth* viel zweckmässiger mit Chromsäure und mit Alkohol durchführte. Man härte immer nur kleinere Stücke, beginne mit verdünnten Lösungen, wechsle oft und gehe allmählich zu stärkeren über. Ist die Milz so hart, dass sie fein geschnitten werden kann, so kann man dann noch Glycerin zur Aufhellung, Carmin zur Färbung und den Pinsel zur Darstellung des *Reticulum* anwenden. Eben so wichtig sind die Einspritzungen, die am besten mit Leim und Carmin, mit Berlinerblau oder mit Chromblei vorgenommen werden, worauf dann, wie begreiflich, das Organ erhärtet wird. Die Muskeln in den Balken und den Hüllen sieht man leicht nach den bekannten Verfahrungsweisen.

Literatur der Milz. *M. Malpighi, De liene*, in *Exercit. de visc. struct.* London 1669; *J. Müller*, Ueber die Structur der eigenthümlichen Körperchen in der Milz einiger pflanzenfressender Thiere, in *Müll.* Arch. 1834; *T. C. H. Giesker*, Splenologie. I. Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben, Observationes micr. de gland. ductu excretorio carentium structura.* Berol. 1841; *Th. v. Hessling*, Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz. Regensburg 1842; *A. Kölliker*, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellschaft. 1847. S. 120; Ueber Blutkörperchen haltende Zellen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. S. 261 und Bd. II. S. 115; Würzb. Verh. Bd. IV. S. 58; Art. »*Spleen*«, in *Todd's Cyclopaedia of anatomy.* Juni 1849; *A. Ecker*, in Zeitschr. für rat. Medicin. VI. 1847; Art. »Blutgefässdrüsen«, in *R. Wagner's* Handw. d. Phys. IV, 1. 1849, und *Icones phys.* Tab. VI; *J. Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz. Zürich 1847; *Gerlach*, in Zeitschr. f. rat. Medicin. VII. 1848; Gewebelehre S. 218; *R. Sanders, On the structure of the Spleen*, in *Goodsir's Annals of Anat.* I. 1850; *O. Funke, De sanguine venae lienalis.* Lips. 1851; *Leydig*, in Beitr. zur Anat. d. Roehen. 1852. S. 60, und Unters. über Fische u. Amphib. 1853. S. 20 u. 46; 1854. S. 476; *Sanders*, in *Monthl. Journ.* 1852. March; *Vl. Hlasek, Disquis. in struct. lienis.* Dorp. 1852; *H. Gray, Structure and Use of the Spleen, A. Cooper prize essay.* London 1854; *Fr. Führer*, Ueber die Milz u. eine Besonderheit ihres Capillarsystems, in Arch. f. ph. Heilkunde. 1854. S. 149, und 1856. S. 105; *Stinstra, De funct. lienis. Diss.* Groning. 1854; *Huxley, Struct. of the Malpigh. bodies of the Spleen*, im *Micr. Journ.* II. p. 74; *Kölliker*, Ueber die Function der Milz, in Würzb. Verh. Bd. VII; *Billroth*, Beitr. zur vergl. Hist. der Milz, in *Müll.* Arch. 1857. S. 104; ferner in *Virch.* Arch. XX. S. 410 u. 528. XXIII. S. 457, und Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 325; *A. Sasse, De milt, besch. in hare structunr en hare phys. betrekking.* Amst. 1855; *Schönfeld, Diss. phys. de funct. lienis.* Gron. 1855; *E. Crisp, A treatise on the struct. and use of the Spleen.* Lond. 1857; *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. 1859. S. 224; *L. Fick*, Zur Mechanik der Blutbewegung in der Milz, in Arch. f. Anat. I. S. 8; *Kowalewsky*, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen, in *Virch.* Arch. XII. 221; Ueber die *Malp.* Körp., ebendas. XX. 203; *Grohe*, in *Virch.* Arch. XX. 325; *A. Key*, Zur Anat. d. Milz, in *Virch.* Arch. XXI. 568; *F. Schweigger-Seidel, Disquis. de liene.* Halis 1861, und in *Virch.* Arch. XXIII. S. 526; *L. Stieda*, Zur Histologie der Milz, in *Virch.* Arch. XXIV. S. 540.

Von den Respirationsorganen.

§. 174.

Zu den Respirationsorganen zählt man gewöhnlich nur Kehlkopf, Trachea und Lungen, doch halte ich es für das Passendste, zwei genetisch mit den nicht zur Entwickelung kommenden Respirationsorganen der Embryonen, d. h. den Kiemenbögen, verbundene Organe, die physiologisch vielleicht mit den Lungen zusammenhängen, hier zu beschreiben, nämlich die Schilddrüse und die Thymus.

Von den Lungen.

§. 175.

Die Lungen verhalten sich im Baue ganz ähnlich einer zusammengesetzt-traubigen Drüse, und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsengewebe dar, während die Bronchien, die Trachea und der Kehlkopf als ausführende Wege dienen. Ein Unter-

schied von den gewöhnlichen Drüsen liegt darin, dass, weil in den Lungen ein zweifacher Vorgang, eine Ausscheidung und eine Aufnahme von Stoffen, statthat und derselbe die ganze Blutmasse betrifft, die Hohlräume bedeutend geräumiger sind und auch vermöge des eigenthümlichen Inhaltes derselben einen ganz besondern, festen und zugleich elastischen Bau erhalten haben.

§. 176.

Der Kehlkopf, *Larynx*, ist der zusammengesetzteste Theil der sogenannten Luftwege und besteht einmal aus einem festen Gerüste, den Kehlkopfsknorpeln sammt ihren Bändern, dann aus vielen kleinen an dieselben sich ansetzenden Muskeln, endlich aus einer drüsenreichen, das Innere auskleidenden Schleimhaut.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind in ihrem Baue nicht alle gleich, indem die einen aus gewöhnlichem Knorpelgewebe, die andern aus Faserknorpel, noch andere aus sogenanntem Netzknorpel oder gelbem Knorpel bestehen. Zu den ersteren gehören der Schildknorpel, Ringknorpel und die Giessbeckenknorpel, welche alle eine mehr gleichartige, hyaline Grundsubstanz und in dieselbe eingestreute Knorpelcapseln besitzen (Fig. 25), unter den andern wahren Knorpeln noch am meisten an die Rippenknorpel sich anschliessen und zu äusserst abgeplattete Zellen, dann eine weissliche Schicht mit vielen grossen Mutterzellen und mehr faseriger Grundmasse, endlich im Innern mehr Grundsubstanz und kleinere in der Richtung der Dicke gestellte Höhlen enthalten. Die Capseln der Zellen sind bedeutend dick, und in der eingeschlossenen Zelle ist meist ein grosser Fetttropfen zu finden. Sehr häufig sind in den Kehlkopfsknorpeln Incrustationen der Knorpelzellen und der Grundsubstanz durch kleine Kalkkrümel, ausserdem finden sich aber auch wirkliche Ossificationen, die immer von der Bildung grosser, mit schönem, gallertartigem, gefässhaltigem Knorpelmark gefüllter Höhlen begleitet sind. — Die *Epiglottis*, die *Santorini*'schen, *Wrisberg*'schen Knorpel und die *Cartilago sesamoidea* von *Luschka* am äussern Rande des Giessbeckenknorpels bestehen aus gelbem oder Netzknorpel (siehe §. 26. Fig. 26), ebenso nach *Rheiner* der *Proc. vocalis* der *Cart. arytaenoidea* und manchmal deren Spitze, und zeigen dunkle, sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Thieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind, als beim Menschen, und 0,01—0,02‴ grosse helle Knorpelcapseln. Auch die *Cart. thyreoidea* enthält in ihrem mittleren Theile da, wo die *Ligg. thyreo-arytaenoidea* sitzen, einzelne elastische Fasern, welche zur Unterscheidung eines besonderen mittleren Stückes an diesem Knorpel *(Lamina mediana)* Veranlassung gegeben haben *(Rambaud, Halbertsma)*. — Die *Cartilago triticea* besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel, kann aber auch hyaliner Knorpel sein *(Rheiner, Ségond)*.

Von den Bändern des Kehlkopfs erhalten die *Ligg. crico-thyreoideum medium* und *thyreo-arytaenoidea inferiora* vorwiegend elastisches Gewebe und sind gelb, während andere, wie die *thyreo-arytaenoidea superiora*, *hyo-* und *thyreo-epiglottica*, die *Membr. hyo-thyreoidea* wenigstens durch grossen Reichthum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern der

Kehlkopfsbänder sind von der feineren Art, kaum über 0,001''', und vereinen sich in gewöhnlicher Weise zu einem sehr dichten elastischen Netzwerke, das jedoch überall, auch wo es scheinbar am reinsten ist, noch Bindegewebe beigemengt enthält. Die Muskeln des Kehlkopfs sind alle quergestreift mit Muskelfasern von 0,016—0,024''' und eben so gebaut, wie die des Rumpfes. Dieselben entspringen von den Knorpeln des Kehlkopfes, und setzen sich an diese und auch an die elastischen Bänder derselben an, welches letztere beim *Thyreo-arytaenoideus* der Fall ist, der grösstentheils an der ausgehöhlten Aussenseite der Stimmbänder sich verliert.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes, die Fortsetzung der Rachen- und Mundhöhlenschleimhaut ist glatt, weissröthlich und durch gewöhnliches, zum Theil reichliches submucöses Gewebe mit den unterliegenden Theilen verbunden. Mit Ausnahme einiger Stellen besitzt dieselbe nur ein Flimmerepithel und keine Papillen, ist reich an feineren elastischen Fasernetzen, namentlich in ihren tieferen Theilen, während die innerste Lage mit einer Mächtigkeit von 0,03 — 0,04''' vorzüglich aus Bindegewebe besteht, und mit einem nicht für sich darzustellenden gleichartigen Saume von etwa 0,004''' endet. Das Flimmerepithelium beginnt bei Erwachsenen an der Basis des Kehldeckels und den oberen Stimmbändern, nach *Rheiner* 2 — 3''' unter dem Kehlkopfseingange, ist mehrschichtig (Fig. 276), im Ganzen 0,024 — 0,04''' dick und kleidet mit Ausnahme der Stimmbänder, die nach der Entdeckung von *H. Rheiner*, die ich bestätigen kann, ein geschichtetes Pflasterepithelium besitzen, das auch als schmaler Streifen an den *Cart. arytaenoideae* bis zum Schlundkopfe sich erstreckt, den ganzen übrigen Kehlkopf aus. Die eigentlichen Flimmercylinder von 0,015 — 0,02''' Länge und 0,0025 —

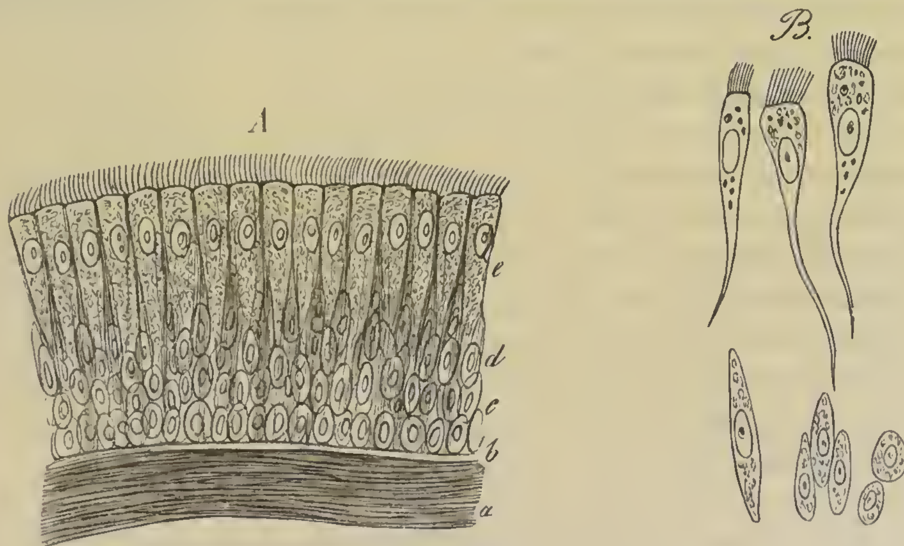


Fig. 276.

0,004''' Breite im Mittel, mit länglich runden Kernen von 0,003 — 0,0045''' und hie und da einigen Fettkörnchen, sind meist stark zugespitzt, häufig auch in einen dünnen Faden auslaufend, der so lang werden kann, dass die ganze

Fig. 276. Flimmerepithelium von der *Trachea* des Menschen, 350mal vergr. *A*. Das Epithel *in situ*. *a*. Aeusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b*. gleichartige äusserste Lage der *Mucosa*, *c*. tiefste runde Zellen, *d*. mittlere längliche, *e*. äusserste Flimmern tragende. *B*. Einzelne Zellen aus den verschiedenen Lagen.

Zelle 0,024—0,027''' Länge erhält. Die Flimmerhärchen, Wimperhaare, *Cilia vibratilia*, sind feine, helle, weiche fadenförmige Fortsätze der Zellenendflächen von 0,0016—0,0022''' Länge, die etwas breiter aus derselben hervorgehen und zugespitzt enden. Meist stehen dieselben eines dicht neben dem andern über die ganze Endfläche der Zellen, nach *Valentin* im Mittel zu 10—22, was mir eher zu wenig erscheint: seltener finden sie sich in geringerer Menge, ja selbst, wie angegeben wird, nur zu Einem an einer Zelle. Man hat sich jedoch davor zu hüten, verklebte Wimperhaare für einfache zu halten, wie diess namentlich bei Embryonen begegnen könnte. — In chemischer Beziehung stimmen die Zellen des Flimmerepitheliums durchaus mit denen der Cylinderepithelien überein, und beobachtet man namentlich auch an ihnen das Sichabheben der Zellhülle durch Zusatz von Wasser. Die Flimmern sind noch zarter als die Zellhüllen, fallen bei etwelcher Erweichung des Epithels sehr leicht ab, und werden von fast allen Reagentien mehr oder weniger verändert und von vielen gleich zerstört, halten sich jedoch in Chromsäure ziemlich gut und werden, wie *Virchow* fand, wenn sie schon aufgehört haben zu schlagen, durch verdünntes kaustisches Kali und Natron noch einmal vorübergehend zu lebhafter Thätigkeit gebracht. Die Flimmerbewegung geht beim Menschen in der *Trachea* von unten nach oben und ist manchmal 52, ja selbst 56 und 78 Stunden nach dem Tode noch wahrzunehmen (*Biermer, Gosselin*). Von einer Abschuppung zeigt sich regelrecht an dem Flimmerepithel des *Larynx* und der Luftwege nichts. Es gehen wohl hie und da einzelne Flimmercylinder verloren und werden mit dem Schleime der Luftröhre nach aussen entleert, allein von einer ausgedehnteren Ablösung der flimmernden Zellen findet sich keine Spur. Selbst in Krankheiten der Respirationswege ist das Abfallen der Flimmerzellen keineswegs eine so gewöhnliche Erscheinung, wie Viele glauben, und kann man häufig unter eiterähnlichem Schleime, selbst unter croupösen Exsudaten das Epithel noch mehr oder weniger unversehrt finden. Die Art, wie abgefallene Flimmercylinder ersetzt werden, ist wohl einfach die, dass die tieferen Zellen durch Theilung sich vermehren und nachrücken, und die äussersten wieder Flimmerhärchen erzeugen. Vielleicht theilen sich auch unter Umständen die langen Flimmerzellen in der Quere und bilden nach Abstossung des flimmernden Stückes ein neues Ende mit Wimperhaaren, eine Vermuthung, für welche die von *Valentin* und *Biermer* in den Respirationsorganen beobachteten Flimmerzellen mit zwei und drei hintereinander liegenden Kernen zu sprechen scheinen.

Die Kehlkopfschleimhaut enthält eine bedeutende Zahl von kleinen Drüschen, die alle in die Abtheilung der traubenförmigen gehören, und wie die der Mundhöhle, des *Pharynx* etc., rundliche Drüsenbläschen von 0,03—0,04''' mit einem Pflasterepithel und Ausführungsgänge mit Cylindern besitzen. Dieselben liegen theils zerstreut als kleine Drüschen von $^1/_{10}$—$^1/_2$''' an der hintern Fläche des Kehldeckels, wo sie häufig in selbst durchgehende Vertiefungen des Knorpels eingebettet sind, und in der Höhle des Kehlkopfes selbst, wo ihre nadelstichgrossen Oeffnungen mit blossem Auge leicht zu sehen sind, theils finden sie sich am Eingange des Kehlkopfes vor den Giessbeckenknorpeln in einer grösseren Masse beisammen, welche mit einem wa-

gerechten Schenkel den oft sehr verkümmerten *Wrisberg*'schen Knorpel umhüllt, mit einem zweiten in die Höhle des Kehlkopfes hinabsteigt *(Glandulae arytaenoideae laterales)*. Auch auf dem *Arytaenoideus transversus* liegen Drüschen, und eine bedeutende Masse derselben zeigt sich aussen an den *Morgagni*'schen Ventrikeln, hinter und über den Taschenbändern. Die Absonderung dieser Drüsen ist, wie auch in der Mundhöhle, reiner Schleim ohne geformte Elemente.

Der Kehlkopf ist reich an Gefässen und Nerven. Die ersteren zeigen in der *Mucosa* dasselbe Verhalten wie im *Pharynx*, und bilden schliesslich mit Capillaren von 0,003—0,004''' ein oberflächliches Netz. Die Saugadern sind zahlreich und gehen zu den tieferen Halsdrüsen. Von den Nerven wissen wir durch *Bidder-Volkmann*, dass der mehr sensible *Laryngeus superior* vorwiegend feine, der vorwiegend motorische *inferior* mehr dicke Nervenfasern führt. Ihre Endigungen finden sich in den Muskeln, dem *Perichondrium* und besonders in der Schleimhaut, verhalten sich in der letztern wie beim *Pharynx* (siehe S. 425), und besitzen an den Zweigen zum Kehldeckel auch mikroskopische Ganglien.

Die Drüsen des Kehlkopfes und der Luftwege überhaupt werden bei Katarrhen häufig verändert, so dass ihre Bläschen bis 0,08, selbst 0,15''' messen, und mit kleinen rundlichen Zellen erfüllt sind, die wohl den auf Schleimhautoberflächen sich bildenden Schleimkörperchen sich vergleichen lassen.

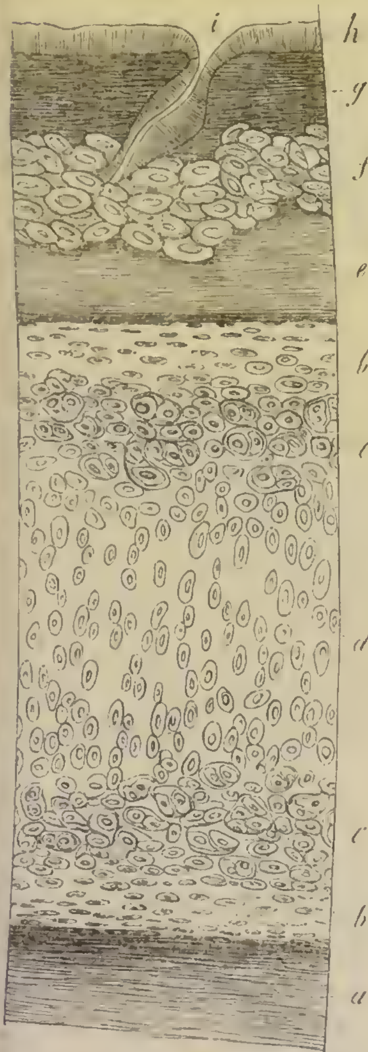


Fig. 277.

§. 177.

Die Luftröhre und ihre Aeste verbinden sich durch ein an schönen elastischen Fasern reiches Bindegewebe mit den benachbarten Theilen, und werden zunächst von einem derben, elastisch fibrösen Gewebe umgeben, das die Knorpelhalbringe als *Perichondrium* überzieht und unter einander verbindet, und als eine etwas dünnere Lage die hintere häutige Wand der betreffenden Kanäle bekleidet. Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die Knorpel, hinten eine Lage glatter Muskeln. Die erstern von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$''' Dicke verhalten sich ganz wie die grösseren Kehlkopfsknorpel, verknöchern jedoch im Ganzen nur selten. Dagegen sind die Muskeln von der *Trachea* an nicht mehr quergestreift und bilden eine unvollständige, nur an der hintern Wand der Kanäle zu findende 0,3''' dicke Lage von Querfasern, und einzelne an der äussern Seite derselben befindliche Längsbündel,

Fig. 277. Senkrechter Schnitt durch die vordere Wand der *Trachea* des Menschen, 45mal vergr. *a.* Faserhülle, *bcd.* Knorpel, *b.* äussere Lage mit platten Zellen, *d.* innere Lage mit länglichen Elementen, *e.* submucöses Bindegewebe, *f.* Theil einer Schleimdrüse, *g.* elastische Längsfaserschicht, *h.* Epithel, an dem die Flimmern nicht sichtbar sind, *i.* Drüsenmündung.

deren Elemente von 0,03‴ Länge und 0,002—0,004‴ Breite zu kleinen Bündeln vereint sind, die mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe, theils von den innern Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, theils, die Längsbündel nämlich, von der äussern Faserhaut entspringen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 277).

Nach innen von den Knorpeln und Muskeln, die gewissermaassen als Eine Lage zu betrachten sind, folgt eine etwa 0,12‴ starke Lage von mehr gewöhnlichem straffem Bindegewebe und dann die eigentliche Schleimhaut. Diese hat zwei Schichten, eine äussere bindegewebige, von 0,12‴ und eine innere gelbe von 0,09–0,1‴ fast rein elastische, deren bis 0,0015‴ betragende, netzförmig vereinte Fasern der Länge nach verlaufen und stellenweise, vor Allem an der hintern Wand, in starken, oft unter spitzen Winkeln zusammenfliessenden platten Bündeln hervortreten. Der innerste Theil der elastischen Lage ist häufig, namentlich an der hinteren Wand, in einer Mächtigkeit von 0,024—0,03‴, wie im *Larynx* mehr bindegewebig mit feinen elastischen Fäserchen, lässt sich auch als ein dünnes Häutchen von der stärkeren elastischen Schicht abziehen, und hat zu innerst immer eine mehr gleichartige Lage von 0,005‴. Auf dieser sitzt das Flimmerepithelium, das geschichtet ist, und in Nichts von dem des *Larynx* abweicht. — In der Schleimhaut finden sich viele Drüsen, und zwar kleinere von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{4}$‴ besonders an der vordern Wand in der Schleimhaut drin und unmittelbar nach aussen von der elastischen Lage, und grössere von $\frac{1}{4}$—1‴ mehr an der hintern Wand nach aussen von den Muskeln und der ganzen Schleimhaut, oder zwischen den Knorpeln. Im Baue weichen diese Drüsen nur in sofern von denen des *Larynx* ab, als nur die grösseren derselben in den Drüsenbläschen das gewöhnliche Pflasterepithelium haben, die kleineren in der Schleimhaut selbst befindlichen dagegen, von denen einige höchst einfach, nur gabelig gespaltene Blindschläuche sind, in ihren 0,002—0,03‴ grossen, länglichrunden Drüsenbläschen ein ganz enges Lumen und dicke Wände von 0,006 — 0,01‴ besitzen, welche so zu sagen ganz auf Rechnung eines schönen Cylinderepitheliums kommen.

Die Blutgefässe der *Trachea* sind sehr spärlich und zeichnen sich in der Schleimhaut besonders dadurch aus, dass die grössern Zweige besonders der Länge nach verlaufen, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der gleichartigen Schicht befindliche Capillarnetz mehr rundlicheckige Maschen bildet. Lymphgefässe besitzt die *Trachea* in grosser Menge, doch sind ihre Anfänge nicht mit Sicherheit bekannt, indem das, was ich früher als solche beschrieb (Mikr. Anat. II. 2. S. 307) möglicherweise nur eigenthümlich veränderte Blutgefässe waren (siehe Mikr. Anat. II. 2. S. 526). Auch Nerven hat die *Trachea* viele und verhalten sich dieselben wie im *Larynx*.

§. 178.

Lungen. Die Lungen sind zwei grosse, zusammengesetzt traubige Drüsen, an denen 1) eine besondere seröse Hülle, die *Pleura*, 2) das absondernde Gewebe, bestehend aus den Verästelungen der zwei *Bronchi* mit ihren Endigungen, den Luftzellen und vielen Gefässen und Nerven, und 3) ein zwischen diesen Theilen befindliches und sie zu grösseren

und kleineren Läppchen verbindendes Zwischengewebe zu unterscheiden sind.

Die Brustfelle, *Pleurae*, stimmen in ihrem Baue vollkommen mit dem *Peritonaeum* überein, sind wie dieses in ihrem äussern Blatte dicker, und bestehen aus einem mit feinern oder gröbern elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem Pflasterepithel, zu welchen Theilen an den Thoraxwänden, wie am äussern Theile des Herzbeutels noch ein mehr rein faseriges Blatt kommt. Gefässe sieht man noch am deutlichsten in der *Pleura pulmonalis*, wo sie, von den *Arteriae bronchiales* und *pulmonales* abstammend, im subserösen Gewebe sich ausbreiten, wogegen die wandständigen Blätter spärlicher von den *Intercostales* und *Mammariae* aus versorgt werden. Nerven mit schmalen und breiten Röhren fand *Luschka* und verfolgte dieselben in dem äussern Theile der Haut zum *Phrenicus* und dem Brusttheile des *Sympathicus*. Ich selbst sah beim Menschen auch in der *Pleura pulmonalis* im Begleite von Zweigen der Bronchialarterien Nerven bis zu 0,036''' Durchmesser mit mittelfeinen und starken Nervenröhren, und hie und da eingestreuten grossen Ganglienkugeln, die aus den *Plexus pulmonales* kamen und wohl besonders vom *Vagus* abgegeben wurden. — An den Rändern der Lungenflügel fand *Luschka* zottenartige Fortsätze der *Pleura*, ähnlich denen in Synovialcapseln, hie und da mit Gefässen und selbst Nervenfädchen.

§. 179.

Luftgefässe und Luftzellen. Wenn der *Bronchus dexter* und *sinister* an die Lungenwurzel gelangt sind, so beginnen sie nach Art der Ausführungsgänge einer grösseren Drüse, z. B. der Leber, sich zu verästeln, indem sie meist zweitheilig und unter spitzen Winkeln in immer kleinere Zweige sich spalten, zugleich aber auch von Seiten der grösseren und mittleren Aeste viele kleine Luftgefässe unter rechtem Winkel abgeben, die, wie die Enden der Hauptverästelung, büschelförmig sich zertheilen. So entsteht schliesslich ein äusserst reicher Baum von Luftgefässen, dessen feinste, nirgends zusammenhängende Enden durch die ganze Lunge sich erstrecken, und überall an der Oberfläche wie im Innern zu finden sind. Mit denselben stehen dann die letzten Elemente der Luftwege, die Luftzellen oder Lungenbläschen (*Vesiculae s. cellulae aëreae s. Malpighianae, alveoli pulmonum, Rossignol*), in Verbindung, doch nicht so, wie man früher glaubte, dass jedes feinste Bronchialästchen an seinem Ende in ein einziges Bläschen ausgeht, sondern indem dieselben immer mit einer ganzen Gruppe von Bläschen sich vereinen. Diese Bläschengruppen entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen, und es ist daher nicht die geringste Nöthigung vorhanden, dieselben mit einem andern Namen zu bezeichnen, wie *Rossignol*, der sie *Infundibula* nennt, wenn auch zuzugeben ist, dass ihr Bau in Manchem eigenthümlich sich verhält. Während nämlich in andern Drüsen die Drüsenbläschen, wenn sie auch nicht so für sich bestehen, wie man bisher angenommen hat, doch eine gewisse Selbständigkeit haben, sind die ihnen entsprechenden Elemente in den Lungen, die Luftzellen, in bedeutendem Grade untereinander verschmolzen, so dass alle einem Läppchen angehörigen Bläs-

chen nicht in Abzweigungen des zu demselben tretenden feinsten Bronchialästchens, sondern in einen gemeinsamen Hohlraum einmünden, aus dem dann erst das Luftgefäss sich entwickelt. Von diesem Verhalten überzeugt man sich am leichtesten, wenn man an einer aufgeblasenen und getrockneten Lunge in verschiedenen Richtungen Durchschnitte sich bereitet, oder an einer mit gefärbter Harzmasse eingespritzten Lunge das Gewebe durch Salzsäure zerstört. An solchen Stücken findet man nie endständige oder sonst gestielte und für sich ausmündende Luftzellen, vielmehr öffnen sich dieselben immer so ineinander und verschmelzen so, dass sie zusammen einen meist birnförmigen Schlauch mit buchtigen Wänden bilden. Diese Schläuche, die eben die feinsten Lungenläppchen oder die Trichter von *Rossignol* sind, hat man sich jedoch nicht so zu denken, als ob ein Sack an den Wänden mit dichtstehenden einfachen Zellen oder Alveolen besetzt wäre, vielmehr finden sich diese immer gruppenweise so gelagert, dass manche nicht unmittelbar in den grösseren Raum, sondern zuerst in andere Alveolen und erst durch diese ausmünden. Am besten wird man von dem ganzen Verhalten sich eine Anschauung verschaffen, wenn man sich jedes Lungenläppchen als eine Amphibienlunge im Kleinen denkt, oder wenn man sich vorstellt, dass die Aussenseite der sich erweiternden Bronchienenden mit vielen traubenförmigen Bläschengruppen, deren Elemente alle ineinander und in das gemeinsame *Cavum* ausmünden, dicht besetzt sei. So aufgefasst, weicht dann der Bau der Lunge nicht im geringsten erheblich von dem anderer traubenförmiger Drüsen mehr ab, nur dass in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine theilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie *Adriani* mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf einzelne Balken zurückgeführt findet. Die aus den feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftgefässe von 0,1 — 0,16‴ sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man wandständige nennen kann, besetzt und haben daher zuerst buchtige Wände, die aber bald sich verlieren und dem gewöhnlichen glatten Aussehen derselben Platz machen, das dann auch weiterhin bleibt. — Die Grösse der Luftzellen wechselt sehr bedeutend selbst in einer gesunden Lunge, und beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung durch Luft $1/_6$, $1/_{10}$ — $1/_{18}$‴. Vermöge seiner Elasticität ist aber jedes Luftbläschen im Stande, sich um das Doppelte und Dreifache zu erweitern, ohne zu reissen und nachher wiederum in seinen früheren Zustand zurückzukehren. Man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass im Leben, bei mittlerer Füllung der Lunge, die Luftbläschen mindestens um $1/_3$ weiter sind, als wir sie im Tode finden, und dass bei mög-



Fig. 278.

Fig. 278. Zwei kleine Lungenläppchen *aa* mit den Luftzellen *bb* und den feinsten Bronchialästen *cc*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen. 25mal vergr. Halb schematische Figur.

lichst tiefer Einathmung die Ausdehnung vielleicht das Doppelte davon erreicht. Im Emphysem sind solche Erweiterungen und noch viel bedeutendere bleibend, und führen auch schliesslich zum Zerreissen der Wände der einem Läppchen angehörenden Alveolen, ja selbst zum Zusammenfliessen der Läppchen selbst. — Die Form der Alveolen ist an einer frischen zusammengefallenen Lunge meist rundlich oder länglichrund, an einer aufgeblasenen oder eingespritzten, in Folge der gegenseitigen Abplattung rundlich-eckig; ohne Ausnahme vieleckig sind die Luftzellen der Lungenoberfläche, die auch immer nahezu ebene Aussenseiten haben.

Der gelappte Bau der Lunge ist beim Erwachsenen lange nicht so deutlich, wie bei jüngeren Individuen und bei Thieren. Es ist daher anzurathen, zuerst eine Kinderlunge auf diese Verhältnisse zu untersuchen. Hier findet man die einzelnen Läppchen noch alle deutlich durch Bindegewebe von einander geschieden und trennbar, und ist so im Stande, sich von der ziemlich regelmässigen Kegelgestalt der oberflächlichen unter denselben und der mehr unregelmässigen der innern zu überzeugen. Beim Erwachsenen sind diese feinsten Läppchen deren Grösse $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ — 1''' beträgt, auch noch vorhanden, aber so innig verschmolzen, dass man selbst an der Oberfläche der Lungen ihre Umrisse nur mit Mühe und unvollständig erkennt und im Innern des Organes mehr ein gleichartiges Gefüge, etwa wie in der Leber, vor sich zu haben glaubt. Dagegen sind secundäre Läppchen von $\frac{1}{4}$-$\frac{1}{2}$-1'' (Läppchen der Anatomen) auch beim Erwachsenen meist deutlich, um so eher, weil hier ihre Grenzen meist durch Pigmentstreifen bezeichnet sind, die mit der Zeit in das sie zusammenhaltende interlobuläre Bindegewebe sich abgesetzt haben, und diese vereinen sich dann schliesslich durch ein reichlicheres Zwischengewebe zu den grossen bekannten Lappen. So besteht die Lunge durch und durch aus grössern und kleinern Abtheilungen von Luftzellen und kleinsten Bronchien, und darnach zerfallen auch die grössern Luftgefässe in gewisse bestimmte Gruppen, von denen jede nur mit einer der erstern in Verbindung steht.

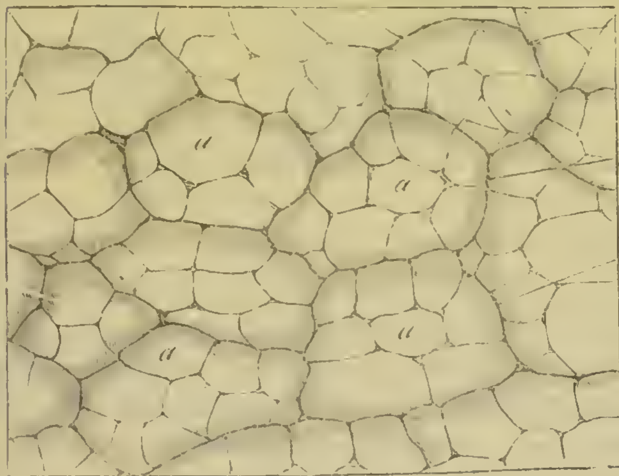


Fig. 279.

§. 180.

Der feinere Bau der Bronchien und Luftzellen ist folgender. Die Bronchien sind im Allgemeinen wie die Luftröhre und ihre Aeste zusammengesetzt, jedoch ergeben sich schon von Anfang an einige Verschiedenheiten, die im weitern Verlaufe immer mehr zunehmen. Am füglichsten un-

Fig. 279. Aeussere Oberfläche der Lunge einer Kuh, deren Luftzellen mit Wachs eingespritzt wurden, 30mal vergr., nach *Harting*. *aaa*. Luftzellen, *bb*. Grenze der kleinsten Läppchen oder *Infundibula* (*Rossignol*).

terscheidet man an ihnen zwei Häute, eine Faserhaut, zum Theil auch mit Knorpeln, und eine Schleimhaut mit einer Lage glatter Muskeln. Die erstere, aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen gebildet, ist anfangs noch stark wie an den Bronchi, verfeinert sich aber nach und nach immer mehr, ist an Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ kaum noch mit dem Messer nachzuweisen, und fliesst endlich an den Endigungen derselben mit der Schleimhaut und dem lockern Bindegewebe, das die Bronchien mit dem Lungengewebe vereint, in eins zusammen. In dieser Hülle sitzen die Knorpel der Bronchien, die hier statt Halbringen unregelmässige, auf den ganzen Umfang der Röhren vertheilte, eckige Plättchen sind, die, anfangs noch gross und dicht stehend, bald weiter auseinander an die Abgangsstellen von Aesten rücken und immer kleiner werden, bis sie schliesslich an Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ in der Regel sich verlieren (*Gerlach* will sie noch an solchen von $\frac{1}{10}'''$ gesehen haben). Der Bau dieser nicht selten röthlichen Knorpel ist anfangs genau der, wie an den Trachealringen, an den kleineren und kleinsten verschwinden die Unterschiede zwischen oberflächlichen und tiefern Zellen, und wird das Gewebe durch und durch gleichartig, mehr so wie das Innere an den grössern Knorpeln. Die Muskeln treten von den grössten Bronchien an als ringsherumgehende platte Bündel auf, die, mit Ausnahme von ganz alten Leuten, wo grössere und kleinere Zwischenräume zwischen denselben sich befinden, auch eine ganz vollständige Lage bilden, und da sie noch an Aestchen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}'''$ beobachtet wurden, wahrscheinlich bis an die Lungenläppchen sich finden. Mit den Muskeln innig verbunden ist die Schleimhaut, die anfänglich noch dieselbe Dicke hat, wie in der *Trachea*, allmählich aber sich verfeinert, so dass Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ nur noch eine ganz dünne Gesammtwand haben. Dieselbe besteht überall äusserlich aus elastischen Längsfasern, deren Bündel der innern Fläche der Bronchien das eigenthümliche, längsstreifige Ansehn geben und auch eine mehr oder minder deutliche Längsfaltung der Schleimhaut bedingen, zweitens aus einer gleichartigen Schicht von 0,002 — 0,003''', und drittens dem Flimmerepithelium, das in grössern Bronchien bis zu solchen von 1''' noch deutlich mehrschichtig ist, nach und nach aber in eine einzige Schicht von Flimmerzellen von 0,006''' Länge übergeht (Fig. 14. S. 55). — Die Bronchien haben anfänglich auch noch und zwar zahlreiche traubenförmige Drüsen, die jedoch an Kanälen von 1 — 1$\frac{1}{2}'''$ sich verlieren, doch will *Remak* dieselben noch in den Wänden der feinsten Bronchien kurz vor ihrem Uebergange in Lungenbläschen gesehen haben (Unters. z. Entw. S. 115).

An den Lungenbläschen kann ich nur noch zwei Lagen annehmen, und zwar eine Faserhaut und ein Epithel. Die erste ist offenbar die sehr verfeinerte Schleimhaut und Faserlage der Bronchien, ermangelt der glatten Muskeln ganz und besteht aus einer gleichartigen bindegewebigen Grundlage sammt elastischen Fasern und vielen Gefässen. Die elastischen Fasern von 0,0005 — 0,002''' treten vor Allem in Form einzelner Balken und Streifen auf, welche besonders an den Kanten der im ausgedehnten Zustande abgeplatteten Luftzellen, sowie um die Mündungen derselben herum verlaufen, von allen Seiten mit einander zusammenhängen und so einen festeren Rahmen bilden, zwischen dem die weicheren, die Blutgefässe tragenden, mehr bindegewebigen Theile der Luftalveolen ausgespannt sind. Der Bau dieser

elastischen Balken, die da, wo die Lungenbläschen zusammenstossen, gegenseitig verschmelzen, so dass die Grenzen der einzelnen Bläschen meist nicht zu erkennen sind, ist fast überall der eines möglichst dichten elastischen Netzes, dessen Maschenräume nur noch als ganz enge Spalten erscheinen; doch sind hie und da die Fasern auch lockerer vereint, so dass man deutlich erkennt, dass man gewöhnliche elastische Elemente vor sich hat. Auch gehen von den Balken aus überall spärlichere, zum Theil sehr feine elastische Fasern in die übrigen Wände der Lungenbläschen hinein und vereinen sich in denselben zu einem weiten Netze. — Das Bindegewebe der Luftzellen, das als ganz gleichartiges erscheint, tritt vor der Menge elastischer Elemente und Gefässe ganz zurück und kommt so zu sagen nur in den Wänden der Alveolen zwischen den elastischen Balken als Verbindungssubstanz der zahlreichen Capillaren zum Vorschein.

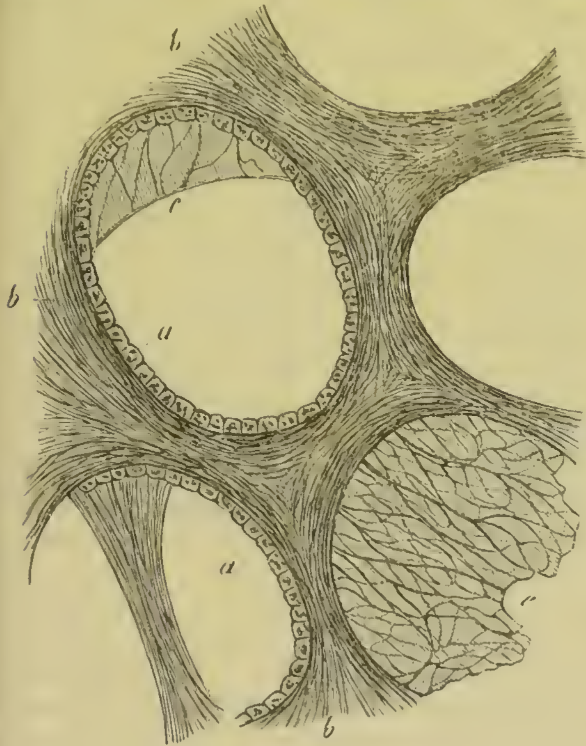


Fig. 280.

Das Epithelium der Lungenbläschen ist ein gewöhnliches Pflasterepithelium ohne Wimpern, das mit vieleckigen, blasskörnigen, in pathologischen Fällen fetthaltigen Zellen von 0,005–0,007''' Durchmesser und 0,003–0,004''' Dicke unmittelbar auf der Faserhaut der Luftbläschen aufsitzt und nur bei Embryonen eine ganz zusammenhängende Lage bildet. Nach der Geburt und bei erwachsenen Geschöpfen zeigt die innere Oberfläche der Lungenbläschen manchmal einen eigenthümlichen Bau, indem die Capillaren an vielen Stellen mehr weniger entwickelte schleifenartige Vorsprünge bilden und das Epithel als ein unterbrochenes erscheint, und mehr nur die Zwischenräume zwischen den feinsten Gefässen einnimmt *(Eberth)*. Andere Male ist dasselbe aber auch jetzt noch ziemlich zusammenhängend und scheinen die verschiedenen Bilder, die man erhält, mit der bald grösseren, bald geringeren Ausdehnung der Lungenbläschen zusammenzuhängen.

Das interlobuläre Bindegewebe der Lunge, das selbst zwischen den secundären Läppchen spärlich und zwischen den primären in verschwindend geringer Menge enthalten ist, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und spärlichen Bindegewebskörperchen, und enthält beim Erwachsenen eine grössere oder geringere Menge schwärzlichen Pigments in Form von unregelmässigen kleinen Körnern und Kör-

Fig. 280. Ein Lungenbläschen des Menschen mit Theilen der angrenzenden Bläschen, 350mal vergr. *a.* Epithel, *b.* elastische Balken, *c.* zartere Wände zwischen den Balken mit feineren elastischen Fasern.

nerhaufen, auch von Krystallen, welche so zu sagen nie in Zellen eingeschlossen sind. Auch die Wandungen der Alveolen selbst enthalten sehr häufig dieses Pigment, das, wenn es in geringer Menge und regelmässig abgelagert ist, die Umrisse der secundären Läppchen sehr schön und nicht selten auch die der primären theilweise hervortreten lässt.

Der langjährige Streit über das Epithel der Lungenbläschen (die Literatur siehe bei *Henle Splanchn.* S. 281) möchte nun endlich durch die Untersuchungen von *Eberth* zum Abschlusse gelangt sein, deren Ergebnissen ich mich im Ganzen anschliesse und nur das beifüge, dass wie die Gesammtentwickelung der Lunge lehrt, das Epithel anfänglich ein ganz vollständiges ist und erst in zweiter Linie, und zwar wie mir scheint, durch die Ausdehnung, welche die Luftzellen bei der Athmung erleiden, ein unterbrochenes wird. Die Lücken des Epithels müssen übrigens beim Erwachsenen sehr schwankend sein, je nach dem Grade der Ausdehnung der Luftzellen und der Füllung der Blutgefässe, und halte ich es für ausgemacht, dass bei tiefer Ausathmung und zusammengefallenen Lungen das Epithel doch eine nahezu zusammenhängende Lage bildet. Wie mit Bezug auf das Epithel, so herrscht auch noch mit Hinsicht auf einige andere Verhältnisse des feineren Baues der Lungen Unsicherheit. Das Vorkommen von glatten Muskeln in der Wand der Lungenbläschen anlangend, so behauptet *Moleschott* neuerdings gegen fast alle Forscher, dass solche in der That sich finden, wogegen ich immer noch wie früher nichts anderes sagen kann, als dass es mir nicht gelingt, solche Elemente zu sehen, in welcher Beziehung auch *Eberth* beistimmt, der neuerdings diese Angelegenheit sorgfältig geprüft hat. — Die Wand der Lungenbläschen besteht aus einer gleichartigen Bindegewebsschicht und den elastischen Fasernetzen, und zerfällt mehr weniger scharf in zwei Lagen, von denen die innere äusserst zarte die Capillaren bekleidet und ganz gleichartig ist, während die äussere allein die elastischen Fasern trägt und die Gefässe eingebettet enthält. Bei gewissen Thieren lässt sich die erstere Schicht für sich darstellen, was jedoch beim Menschen nicht der Fall ist, bei welchem dieselbe untrennbar mit der Grundsubstanz zwischen den Blutgefässen und Fasernetzen zusammenhängt. Immerhin ist dieselbe unzweifelhaft die Fortsetzung der oben beschriebenen hellen Grenzschicht der *Mucosa* der *Trachea* und der Bronchien. Von den zahlreichen Kernen, die *Henle* nach Präparaten von *W. Müller* in der Wand der Lungenbläschen beschreibt, sehe ich nichts, und halte ich dieselben wie *Eberth* für den Epithelzellen angehörig, die *Henle* läugnet. — Das Epithel der feinsten Bronchien erklären *Henle* und *Eberth* für pflasterförmig und nicht flimmernd. Ich habe dasselbe in sehr feinen Bronchien cylindrisch und mit Flimmern gesehen, doch gebe ich zu, dass die Stelle des Ueberganges desselben in Pflasterepithel möglicherweise schon vor den Lungenbläschen ist.

§. 181.

Gefässe und Nerven der Lungen. Die Lungen stehen durch ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie zwei theilweise gesonderte Gefässsysteme haben, das der Bronchialgefässe zur Ernährung gewisser ihrer Theile, und das der Lungengefässe zur Vollziehung ihrer eigenthümlichen Verrichtung. Die Aeste der *Arteria pulmonalis* folgen so ziemlich den meist unter und hinter ihnen liegenden Bronchien, mit dem Unterschiede, dass sie häufiger sich theilen und daher schneller an Durchmesser abnehmen. Schliesslich gelangt zu jedem secundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im Allgemeinen entsprechend der Zahl der kleinsten Läppchen, in noch feinere Zweige sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Der Verlauf dieser feinsten Lobulararterien, wie man sie nennen kann, ist an eingespritzten aufgeblasenen und getrockneten Lungen sehr leicht zu verfolgen und ergibt sich, dass dieselben, indem sie zwischen dem

die Läppchen *(Infundibula)* vereinenden Gewebe hinziehen, nicht nur Ein Läppchen, sondern immer zwei oder selbst drei derselben mit feineren Zweigen versehen. Diese dringen von aussen an und zwischen die Luftbläschen, theilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, noch mehrfach, verbinden sich auch hie und da, jedoch nicht regelmässig untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien, und lösen sich zuletzt in das Capillarnetz der Lungenbläschen auf. Dieses ist eines der engsten Netze, die es nur gibt, beim Menschen nach einem feuchten Stücke bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 0,002 — 0,008''' und Gefässchen von 0,003 — 0,005''', das ganz oberflächlich in der Wand der Lungenbläschen, nach innen von den stärkeren elastischen Balken derselben verläuft, und nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens ohne Unterbrechung sich erstreckt, sondern auch, wenigstens bei Erwachsenen, theilweise mit denen benachbarter Läppchen im Zusammenhange steht. Die Lungenvenen entstehen aus dem eben erwähnten Capillarnetze mit Wurzeln, die, oberflächlicher als die Arterien, mehr äusserlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann für sich zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und mit andern Lobularvenen zu grössern Stämmchen sich vereinen, die zum Theil mit den Arterien und Bronchien, zum Theil mehr für sich durch das Lungengewebe ziehen.

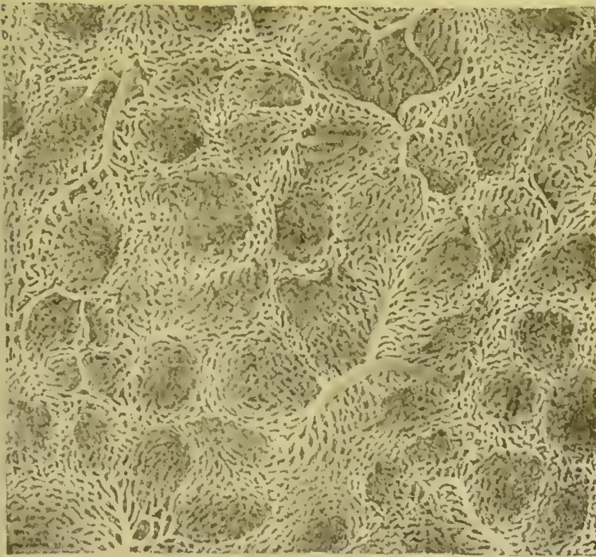


Fig. 281.

Die Ausbreitung der Bronchialarterien findet sich an den grössern Bronchien, deren Gefässe wie in der *Trachea* sich verhalten, an den Lungenvenen und Arterien, von denen namentlich die letzteren ein äusserst reichliches Gefässnetz besitzen, das bis zu Aestchen von $\frac{1}{3}'''$ und darunter sich verfolgen lässt, an den Lymphdrüsen der Lunge, endlich in der *Pleura pulmonalis,* für die die Aestchen zum Theil schon am *Hilus* und in den Einschnitten zwischen den Hauptlappen abgehen, zum Theil auch von den die Bronchien begleitenden Gefässen aus zwischen den secundären Läppchen hervorkommen. Uebrigens gehen auch an den Lungenbändern kleine Gefässe zur *Pleura,* die nicht von den *Art. bronchiales* herkommen. Die *Venae bronchiales* haben einen viel geringeren Verbreitungsbezirk als die entsprechenden Arterien, doch ist derselbe noch nicht mit der wünschbaren Bestimmtheit ermittelt. Immerhin ist so viel sicher, dass das Blut der feineren Bronchien vorzugsweise, wenn nicht ganz durch Wurzeln der Lungenvenen *(Rami bronchiales V. pulm.)* abgeführt wird, und dass die Bronchialvenen mehr nur das Blut der Capillarnetze in den Gefässwänden, der grösseren Bronchien, der Lymphdrüsen und der *Pleura* in der Nähe des *Hilus* der Lunge ableiten.

Die Lymphgefässe der Lunge sind sehr zahlreich. Die oberflächlichen verlaufen im subserösen Bindegewebe in den Zwischenräumen der grösseren

Fig. 281. Capillarnetz der Lungenbläschen des Menschen, 60mal vergr.

und kleineren Läppchen, und bilden ein oberflächliches feineres und ein tieferes gröberes winkliges Netz, das die gesammte Lungenoberfläche überzieht und einerseits durch besondere oberflächliche, mit den Blutgefässen der *Pleura* verlaufende Stämmchen nach der Lungenwurzel sich entleert, andrerseits durch viele zwischen den Läppchen in die Tiefe tretende Stämmchen in die tieferen Gefässe einmündet. Diese entstehen von den Wänden der Bronchien und Blutgefässe, namentlich denen der *Arteriae pulmonales*, und verlaufen mit diesen Kanälen durch die Lungensubstanz und durch einige kleine Lymphdrüsen, *Glandulae pulmonales*, nach der Lungenwurzel, um sich schliesslich mit den grössern *Gl. bronchiales* in Verbindung zu setzen.

Die Nerven der Lungen stammen vom *Vagus* und *Sympathicus*, bilden den schwächeren *Plexus pulmonalis anterior* und den stärkeren *Pl. posterior* und verbreiten sich vorzüglich mit den Bronchien und der *Arteria pulmonalis*, begleiten aber auch hie und da die Lungenvenen und die *Vasa bronchialia*. Dieselben sind auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen und lassen sich bis nahe an die Enden der Bronchien verfolgen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass ausser den Luftbläschen auch noch einige andere Theile der Lunge von den *Vasa pulmonalia* versorgt werden, und zwar die Lungenoberfläche und die feineren Bronchien. Erstere anlangend, so sieht man schon an nicht eingespritzten Lungen an verschiedenen Orten kleine Aestchen der *Art. pulmon.* an die Oberfläche der Lungen treten und unter der *Pleura* sich verästeln. Schon *Reisseisen* (S. 17) beschreibt diese Gefässe und bildet sie recht hübsch ab (Tab. IV. V), und später hat *Adriani* dieselben an eingespritzten Lungen verfolgt und gibt an, dass sie stark gewunden und häufig unter einander verbunden dahinziehen, jedoch bedeutend dicker seien und weitere Netze bilden, als die der Alveolen. Das Blut dieser Netze wird einerseits durch oberflächliche Wurzeln der Lungenvenen, andrerseits durch Verbindungen mit der Ausbreitung der *Vasa bronchialia* in der *Pleura pulmonalis* abgeführt. Dass die Lungenarterie auch die Bronchien zum Theil versieht, hat schon *Arnold* (Anat. II, 171) angegeben, und *Adriani* verdanken wir genauere Aufschlüsse über diesen wichtigen Gegenstand. Nach demselben betheiligen sich an der Bildung des Capillarnetzes an der Oberfläche der Bronchien, das durch die langgestreckte Form seiner Maschen sich auszeichnet und fast so enge Gefässe hat, wie die Luftzellen (beim Menschen von 0,004 — 0,006'''), vorzüglich die Lungenarterie und Lungenvene, während die Bronchialgefässe besonders die Muskelhaut und Faserhaut dieser Kanäle versorgen. Begreiflicherweise stehen auch hier die zwei Gefässsysteme in Verbindung, und es haben daher die Aelteren, wie *Haller*, *Sömmerring* und *Reisseisen*, die von einer Verbindung der beiderlei Gefässsysteme der Lunge reden, ganz recht. Nach *Adriani* und *Rossignol* lassen sich von den *Venae pulmonales* aus die *Arteriae* und *Venae bronchiales*, und von den Bronchialarterien umgekehrt die Lungenvenen injiciren, nicht aber von den Lungenarterien aus die Bronchialgefässe.

Gestützt auf diese Thatsachen wird man auch den feinsten Bronchien eine Betheiligung am Gasaustausche zuschreiben dürfen, jedoch wegen der schon etwas grösseren Dicke ihres Epithels und der etwas weiteren Capillarnetze eine geringere als den Lungenbläschen. — Hier kann auch noch an die Erweiterung der Bronchialarterien und Ausdehnung ihres Verbreitungsbezirkes bei Störung der Circulation in der Lungenarterie erinnert werden (vergl. *Virchow* in seinem Archiv III. 3. S. 456), in welchen Fällen die Bronchialarterien manchmal Aeste der Lungenarterien ganz ersetzen und zu respiratorischen Gefässen werden, Verhältnisse, die aus dem Vorkommen zahlreicher regelrechter Verbindungen zwischen den beiderlei Gefässsystemen nicht unschwer sich erklären. Die Angabe von *Beau*, dass die Lungenarterie die Schleimhaut aller Bronchien bis zur *Trachea* herauf versorge, hat bis jetzt noch keine Bestätigung gefunden.

Die Untersuchung der Lungen bietet eigentlich nur in Einem Punkte Schwierigkeiten dar, nämlich wenn es sich um das Verhältniss der Lungenzellen zu den Bron-

chialenden handelt, hier sind dieselben aber auch ganz bedeutend. An frischen Präparaten sieht man, dass die Lungenzellen vielfach zusammenhängen und auf jeden Fall nicht nur endständig an den Bronchienenden sitzen. Will man das Verhältniss ganz erforschen, so sind aufgeblasene und getrocknete Lungen (es ist besser, an einer aufgeblasenen Lunge ein Ende abzuschnüren und für sich zu trocknen) oder Corrosionspräparate oder mit ungefärbter Masse (Wachs und Terpentin) gefüllte Lungen am zweckmässigsten, und wird man an diesen nach einer Reihe von Untersuchungen zu einem bestimmten Ziele kommen. Vor der Füllung der Bronchien muss man die Luft durch die Luftpumpe ausziehen, wozu man auch, jedoch weniger passend, eine gut schliessende Spritze verwenden kann. Die Füllung der Blutgefässe gelingt leicht und sind feucht aufbewahrte, theils mit undurchsichtiger Masse, theils, nach dem Vorgange von *Schröder* und *Harting*, mit durchsichtigen Substanzen (Berlinerblau z. B.) eingespritzte Stücke getrockneten vorzuziehen. — Die Lungenbläschen und Bronchien, der *Larynx* und die *Trachea* sind leicht zu erforschen. Epithelien der Lungenbläschen erhält man bei jedem Schnitte durch die Lunge in Menge für sich, ebenso Flimmerzellen. Will man die Alveolen untersuchen, so hat man vorher die Luft sorgfältig zu entfernen. Am schönsten sind dieselben beim Menschen, bei dem auch die übrigen Theile alle, wie Knorpel, elastische Elemente, Muskeln, Drüsen, leicht zugängig sind.

Literatur der Lungen. *M. Malpighi, De pulmonibus epistolae II ad Borellum.* Bonon. 1661; *F. D. Reisseisen*, Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift. Berlin 1822; *J. Moleschott, De Malpighianis pulmonum vesiculis.* Heidelb. 1845. *Diss.*; und: Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien, in den Holländischen Beiträgen. I. S. 7, und in s. Unters. z. Naturl. VI. S. 385; *Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon.* Brux. 1846; *A. Adriani, De subtiliori pulmonum structura.* Traj. ad Rhen. 1847. *Diss.*; *H. Cramer, De penitiori pulmonum hominis structura.* Berol. 1847. *Diss.*; *Köstlin*, Zur normalen und patholog. Anatomie der Lungen, in Gries. Arch. 1848. Heft IV. S. 292, und 1849. Heft II. S. 167; *E. Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum*, c. *tab.* Dorpati Liv. 1850. *Diss.*; *Rheiner*, Die Ausbreit. der Epithelien im Kehlkopf, in Würzb. Verh. III; Beitr. z. Histol. des Kehlkopfes. Würzburg 1852. *Diss.*; *Beale, On the bloodvessels of the lungs*, in *Monthly Journ.* 1852. p. 454; *A. Ecker, Icon. phys.* Tab. X. XI; *G. Rainey, On the epithelium of the aircells*, in *Brit. and for. med.-chir. Review.* Oct. 1855. p. 491; *F. Williams, Epithelium of the aircells*, in *Med. Tim. and Gaz.* 1855. p. 361; *A. Biermer*, Die Lehre vom Auswurf. Würzburg 1855; *C. Radclyffe Hall, On the epithelium of the air vesicles of the human lung*, in *Brit. and for. med.-chir. Review.* July 1857; *A. T. Hougtton Waters, The anatomy of the human lung.* London 1860; *Luschka*, Der Bandappar. d. Santor. Knorpel des Kehlkopfs, in *Henle's* Zeitschr. 1860. XI. 132; *H. J. Halbertsma, De lamina mediana cart. thyr.*, in *Versl. en Mededeel. d. K. Ned. Akad. Natuurk.* D. XI. S. 3; *L. le Fort, Rech. de l'Anatomie du poumon chez l'homme.* Paris 1859; *Deichler*, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X. S. 195, und Beitr. z. Histologie des Lungengewebes. Gött. 1861; *Munk*, in d. Deutschen Klinik. 1862. Nr. 8; *Eberth*, Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen, in *Virch.* Arch. Bd. XXIV. S. 503, und: Ueber d. feiner. Bau der Lungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII.

Von der Schilddrüse.

§. 182.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*, ist eine sogenannte Drüse ohne Ausführungsgang, die in ihrer äussern Erscheinung in Manchem an die traubenförmigen Drüsen erinnert, indem ihre $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{20}'''$ grossen runden geschlossenen Drüsenbläschen durch ein faseriges *Stroma* zu rundlichen oder länglichen, oft leicht vieleckigen Läppchen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$ Grösse, den Drüsenkörnern der Forscher, zusammengefasst werden und diese wiederum zu grössern, jedoch nicht vollständig getrennten Lappen sich vereinen. Aus diesen gehen dann die Hauptabtheilungen des Organes hervor, welche

ebenfalls besondere und zwar stärkere Hüllen haben, mit denen zuletzt eine das ganze Organ umschliessende Faserhaut zusammenhängt.

§. 183.

Bezüglich auf den feineren Bau, so ist von dem Fasergewebe oder dem *Stroma* der Schilddrüse nicht viel zu sagen, indem dasselbe aus gewöhnlichen, sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln untermengt mit feinen elastischen Fasern besteht, und an der Oberfläche auch eine gewisse Menge von Fettzellen enthält. Die Drüsenbläschen selbst verhalten sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung beim Menschen so verschiedenartig, dass sich nicht leicht sagen lässt, was eigentlich das Regelrechte ist. Nach dem, was ich gesehen und auch bei Thieren beobachtet habe, muss ich mich dahin aussprechen, dass dieselben, wie die wirklichen Drüsenbläschen, z. B. der Schleimdrüsen, aus einer *Membrana propria*, einem Epithel und einem flüssigen Inhalte bestehen. Die Hülle ist ganz gleichartig, hell und zart, von 0,0008''' und tritt, wie alle solchen Häute, durch kaustische Alkalien, in denen sie aufquillt, deutlicher hervor. An ihrer inneren Seite sitzt in einfacher Schicht ein Epithel aus vieleckigen, feinkörnigen, hellen Zellen von 0,004 — 0,006''' mit einfachen Kernen, während der von diesen Zellen umgebene Hohlraum von einer klaren, leicht ins Gelbliche spielenden und etwas zähen Flüssigkeit erfüllt wird, deren Verhalten gegen Alkohol und Salpetersäure und beim Kochen der Drüse die Gegenwart von viel Eiweiss klar darthut. So sieht man den Inhalt bei gesunden Schilddrüsen des Menschen, namentlich auch bei Kindern, ist jedoch das Organ etwas verändert, so treten in manchen Beziehungen andere Verhältnisse auf. Sehr häufig findet man statt eines regelmässigen Epithels nichts als eine mit kleinen helleren oder dunkleren Körnchen und freien Kernen gemengte Flüssigkeit, doch weiss ich nicht, ob diese Beschaffenheit des Inhalts nicht eher als erst im Tode entstanden, denn als regelwidrig anzusehen ist. Man trifft nämlich so häufig in der körnerreichen Flüssigkeit eine grössere oder geringere Zahl derselben Zellen, die sonst als Epithelium sich finden, oft erblasst und wie halb in Auflösung begriffen, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass es sich in diesen Fällen nur um eine der beim Menschen so häufig zu beobachtenden Zersetzungen der Theile nach dem Tode handle. Dagegen kann die pathologische Natur der unter dem Namen Colloid bekannten Veränderungen der Schilddrüse und ihrer Blasen nicht bezweifelt werden, wenn auch dieselbe in gewissen geringeren Graden so häufig ist, dass manche Forscher sie zu den physiologischen Vorkommnis-

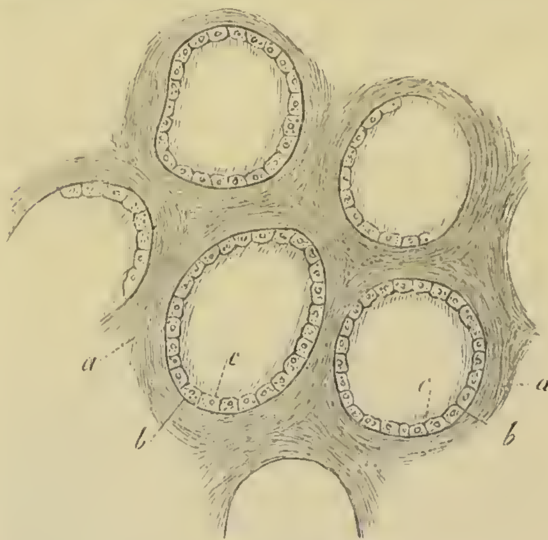
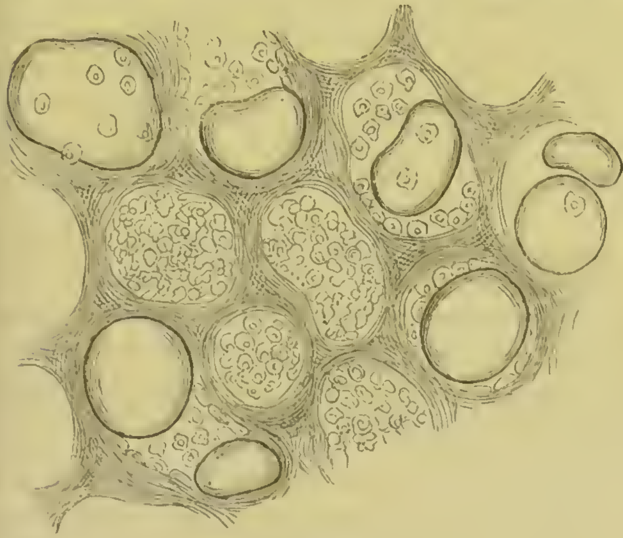


Fig. 282.

Fig. 282. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250 mal vergr. *a.* Bindegewebe zwischen denselben, *b.* Hülle der Drüsenblasen, *c.* Epithel derselben.

sen zählen. Bei dieser Entartung entwickelt sich in den zugleich sich vergrössernden Drüsenblasen die auch anderwärts vorkommende colloide Substanz in durchsichtigen gleichartigen, leicht gelblichen, festweichen Massen, welche dieselben mehr oder weniger erfüllen. Bei den geringeren Graden dieser Veränderung sind die Bläschen nur wenig vergrössert, bis 0,05''', auf Durchschnitten wie durchsichtige, gelbweisse Flecken oder Körner erscheinend, die *Ecker* passend mit gekochten Sagokörnern vergleicht und sonst von gewöhnlichem Baue. In höheren Graden wandeln sich die colloidhaltigen Bläschen in grössere Blasen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$''' um, in denen das Epithel selten mehr deutlich ist, wohl aber neben dem regelwidrigen Inhalte noch rundliche, blasse, mit Colloid gefüllte oder körnige Zellen und Kerne sich finden können; diese Blasen verdrängen das *Stroma* und fliessen endlich unter theilweisem Schwinden der Wandungen in noch grössere buchtige Höhlungen zusammen, deren Inhalt dann häufig noch durch Blutergüsse und ihre Umwandlungen verschiedentlich verändert wird. — Auch bei Säugethieren und Vögeln enthält die *Thyreoidea* hie und da von Colloid leicht ausgedehnte Drüsenblasen.


Fig. 283.

Die Blutgefässe der Schilddrüse sind bekanntermaassen unverhältnissmässig zahlreich, zeigen jedoch in ihren gröberen Verästelungen nichts Bemerkenswerthes. Jedes Drüsenläppchen bekommt einige kleinere Arterien, die, in untergeordnete Zweige sich auflösend, im *Stroma* zwischen den Drüsenbläschen sich verbreiten und schliesslich um jedes derselben herum ein zierliches Capillarnetz, ähnlich dem der Lungenbläschen, nur weitmaschiger, mit rundlicheckigen und länglichen Maschen von 0,008—0,016''' und Gefässen von 0,003—0,005''' bilden, aus dem dann die Venen hervorgehen, die im weitern Verlaufe nur zum Theil an die Arterien sich halten und an Menge dieselben noch übertreffen. Auch Saugadern kommen in beträchtlicher Zahl von der Schilddrüse, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Die spärlichen Nerven endlich sind nur Gefässnerven und stammen vom Halstheile des *Sympathicus*.

Kohlrausch erklärt irriger Weise die Zellen des Epithels der Drüsenblasen für sich entwickelnde Blutkörperchen (!). Die Colloidmassen sah er als weisse blasse Kugeln auftreten, die er Proteïde nennt.

Ecker theilt die *Struma*, die bei weitem häufigste Entartung der *Thyreoidea* in eine *vasculosa* und *glandulosa*. In der letzteren gehen die oben schon geschilderten Veränderungen der Drüsenbläschen vor sich, während im Gefässkropfe, den *Rokitansky* nicht als besondere Form ansieht, ausser einem hyperämischen Zustande viele aneurysmatische Erweiterungen kleiner Gefässe meist von 0,030 — 0,040''', die *Ecker* für Arterien und gröbere Capillaren hält, gefunden werden. Durch das Bersten solcher

Fig. 283. Drüsenblasen der *Thyreoidea* mit Colloid, 50mal vergr.

Erweiterungen entstehen dann apoplektische Blasen verschiedener Grösse, die sich auf das Mannichfachste verändern können, indem das Blut diese oder jene Veränderungen eingeht, neue Ergüsse und auch Ausschwitzungen dazu kommen, auch gesundes Gewebe in sie hineingezogen wird. Sehr häufig fand auch *Ecker* beim Gefässkropfe eine Verkalkung der Gefässe, in der Weise, dass in die Wände der kleineren und kleinsten, erweiterten oder regelrechten Gefässe viele Kalkkörnchen eingesprengt waren, so dass sie ganz weiss erschienen, und in den höchsten Graden unwegsam wurden und in kalkhaltige Stränge sich umwandelten. Eine Hypertrophie der *Thyreoidea* durch Vermehrung der gewöhnlichen Drüsenelemente nimmt *Rokitansky* bei einer gewissen Kropfform an, in der Weise, dass theils selbständig, theils in vergrösserten Drüsenblasen, in Wucherungen der Wandungen derselben nach innen, neue Drüsenblasen entstehen.

Bei Untersuchung der Drüsenbläschen der Schilddrüse hat man vor Allem an Thiere, besonders Vögel und Amphibien und an Kinder sich zu halten, und eignen sich mit dem Doppelmesser erhaltene Schnitte oder solche erhärteter Drüsen am besten, um die Blasen in ihren Theilen und in ihrem Verhalten zu einander zu untersuchen, doch gelangt man auch durch sorgfältiges Zerzupfen der Theile zum Ziele. Einspritzungen gelingen bei Kindern sehr leicht und sehr vollkommen, und zeigen an Schnitten von der Oberfläche die Netze um die Bläschen am besten.

Literatur der Schilddrüse. *Schwager-Bardeleben*, *Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct.* Berol. 1841. *Diss.*; *Panagiotides* und *K. Wagener*, Einige Beobachtungen über die Schilddrüse, in Fror. N. Not. Bd. XL. S. 193, und *Panagiotides, De glandul. thyreoideae structura penitiori.* Berol. 1847. *Diss.*; *A. Ecker*, Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes etc., in *Henle* und *Pfeufer's* Zeitschr. f. rat. Med. VI. Bd. S. 123, und Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagn.* Handw. d. Phys. III; *Rokitansky*, in Zeitschr. d. Wiener Aerzte. 1847, und: Zur Anatomie des Kropfes, in Denkschr. der kaiserl. Akad. zu Wien. Bd. 1. Wien 1849; *E. R. le Gendre, De la thyroide, thése.* Paris 1852; *Kohlrausch*, Beitr. z. Kenntn. d. Schilddrüse, in *Müll.* Arch. 1853. S. 142; *Eulenberg*, Anat.-phys. Unters. üb. d. Schilddrüse, in Arch. d. Ver. f. gem. Arbeit. IV. 314.

Von der Thymus.

§. 184.

Die innere Brustdrüse, *Thymus*, ebenfalls eine sogenannte Blutgefässdrüse, ist ein paariges längliches, nach unten breites, abgeplattetes Organ, das durch ein lockeres Bindegewebe umhüllt und mit den benachbarten Theilen verbunden wird. Sehr deutlich sind an demselben schon bei oberflächlicher Betrachtung grössere Lappen von 2—5‴ mittlerer Grösse und rundlicher, länglichrunder oder birnförmiger, jedoch meist abgeplatteter Gestalt, die, obschon ziemlich dicht aneinander gelegen, doch nur durch nachgiebiges Bindegewebe sich vereinen und ohne Schwierigkeit sich trennen lassen. Verfolgt man diese Lappen von aussen nach innen, so ergibt sich leicht, dass dieselben zwar untereinander nicht zusammenhängen, jedoch alle ohne Ausnahme durch einen dünneren Theil mit einem Kanale sich verbinden, der im Allgemeinen schraubenförmig gewunden, jedoch nicht ganz regelmässig durch das Innere der Drüse verläuft. Oeffnet man diesen regelrecht ½—1½‴ weiten Gang, so findet man an seiner innern Fläche eine grosse Zahl von länglichrunden oder spaltenförmigen Oeffnungen, welche jede in ein Läppchen führen und einer in derselben befindlichen Höhle den Ausgang geben. Die Aehnlichkeit dieses Thymuskanales und der in ihn sich öffnen-

den, eines dicht am andern an demselben ansitzenden Läppchen mit dem Ausführungsgange und den *Lobuli* einer wirklichen Drüse wird dadurch noch vermehrt, dass die Läppchen aus kleinern ebenfalls hohlen Unterabtheilungen, und diese aus rundlichen, $1/5$—$1/3'''$ grossen Körpern wie Drüsenbläschen, den Drüsenkörnern (Beeren, *Acini*, der Forscher) der *Thymus* bestehen, welche schon von aussen an den Läppchen zu erkennen sind und wegen ihrer vieleckigen Gestalt der Oberfläche derselben ein zierliches mosaikartiges Aussehen geben, das an das der Lungen erinnert. Es sind jedoch diese Drüsenkörner keine Bläschen etwa wie die Luftzellen, die ihnen unter den Elementen der ächten Drüsen an Grösse noch am nächsten kommen, sondern ganze Körper, die gegen die Höhlung des Läppchens oder seiner Nebenhöhlen innig zusammenhängen, nach aussen dagegen von einander gesondert sind. Man kann sich jedes Läppchen auch als eine dickwandige mit Ausbuchtungen versehene Blase denken, deren innere Oberfläche eben und ungetheilt ist, während die äussere durch mehr oder weniger tief eindringende Einschnitte in die erwähnten Drüsenkörner gesondert wird.

Von dem eben beschriebenen Verhalten findet sich in manchen Fällen eine Abweichung in der Weise, dass statt eines engen, die Höhlungen der Drüsenläppchen aufnehmenden Kanales, jede *Thymus* eine grössere, $1/2$—$1'''$ breite, jedoch enge Höhle enthält, mit welcher die Drüsenläppchen durch grössere spaltenförmige Oeffnungen zusammenhängen. Manche Anatomen, und unter den neueren namentlich *A. Cooper*, betrachten die Anwesenheit dieser Höhle als natürlich, während andere, *Simon* an der Spitze, dieselbe als durch die Untersuchungsmethode (Injectionen, Einblasen von Luft) erzeugt zu betrachten geneigt sind. Ich für mich muss *Simon* Recht geben, wenn er behauptet, dass bei einem so zarten Gebilde, wie die *Thymus*, das Einspritzen oder Aufblasen, wenn nicht mit der grössten Vorsicht gehandhabt, zu Irrthümern führen muss, und bin auch für mich überzeugt, dass viele der beobachteten »*reservoirs*« in der *Thymus* nur künstlich gemachte waren, allein nichtsdestoweniger bin ich der Ansicht, dass es wirklich *Thymus* gibt, die im Leben eine grössere mittlere Höhle enthalten, indem

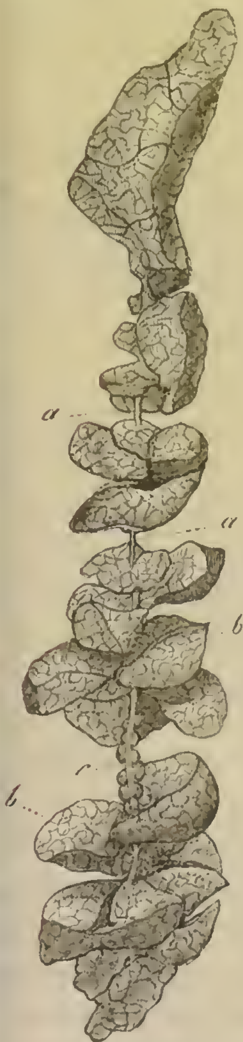


Fig. 284.


Fig. 285.

Fig. 284. Ein Stückchen der *Thymus* des Kalbes entfaltet. *a.* Hauptkanal, *b.* Drüsenläppchen, *c.* Drüsenkörner vereinzelt am Hauptkanale aufsitzend. Nat. Grösse.

Fig. 285. Menschliche Thymushälfte mit einer grossen Höhle im untern breiten Theile und vielen in die Läppchen führenden Oeffnungen.

ich eine solche, durch die ganze *Thymus* oder nur durch einzelne Abschnitte derselben sich erstreckend, auch in Fällen wahrgenommen habe, wo keinerlei Eingriffe vorausgegangen waren. Ich halte das Vorkommen eines engeren mittleren Kanales für das ursprüngliche und gewöhnliche, glaube aber, dass derselbe in gewissen Fällen bei reichlicher Bildung der Absonderung sich ausdehnen und schliesslich zu einem grossen Hohlraume sich gestalten kann.

§. 185.

Feinerer Bau der *Thymus*. Entfernt man an einem Läppchen das umhüllende Gewebe, das aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern, häufig auch mit eingestreuten Fettzellen besteht, so kommt die äussere, entsprechend den einzelnen Drüsenkörnern eingeschnittene Oberfläche desselben zum Vorschein. Hier zeigt sich nun bei starken Vergrösserungen eine schon von *Simon* ganz richtig beschriebene, sehr dünne (von 0,0005 — 0,001‴), undeutlich streifige oder fast gleichartige Hülle, welche einem ganzen Läppchen, ja selbst der ganzen Drüse zusammenhängend angehört und mit der Wand der Follikel der *Peyer*'schen Haufen, der Tonsillen etc. in eine Linie zu stellen ist. Innerhalb dieser Hülle, zwischen ihr und der Höhlung des Läppchens, liegt eine grauweisse, weiche, zarte Masse, von $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{3}$‴ Dicke, die mikroskopisch untersucht aus nichts als aus freien Kernen und kleinen Zellen zu bestehen scheint und desswegen auch von allen bisherigen Beobachtern übereinstimmend als Absonderung der vermeintlichen Drüsenbläschen angesehen wurde. Allein diese Masse lässt sich nicht wegspülen, wie es der Fall sein müsste, wenn sie locker in dem von der zarten Hülle umgebenen Raume drin läge, vielmehr zeigt dieselbe eine bedeutende Zähigkeit. Untersucht man sie genauer, so ergibt sich nach und nach, dass noch andere Elemente zum Theil ganz unerwarteter Art in die Zusammensetzung derselben eingehen, nämlich Blutgefässe und dann auch ein zartes *Reticulum* sternförmiger zusammenhängender Zellen, so dass ein Bau, nicht unähnlich dem des Inhaltes der *Peyer*'schen Follikel, zu Tage kömmt.

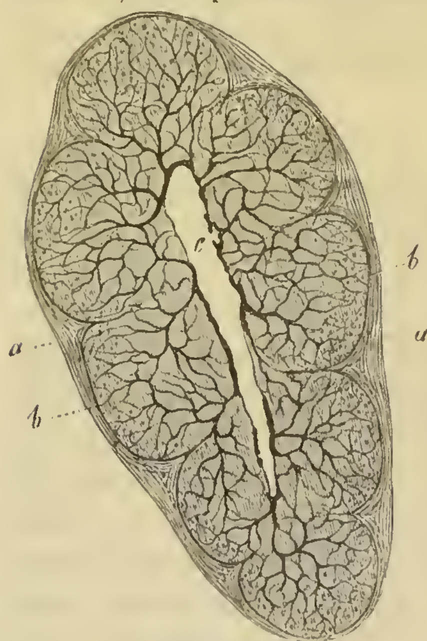


Fig. 286.

Von den Elementen der Wandungen der Thymusläppchen bilden die bläschenförmigen nebst einer geringen Menge einer sie vereinenden Flüssigkeit die Hauptmasse. Unter denselben sind Kerne immer in grosser Anzahl vorhanden, von 0,002 — 0,005‴ Grösse, runder, leicht abgeplatteter Gestalt und gleichartigem, klarem, in Natron und Essigsäure körnig sich trübendem Inhalte mit oder ohne *Nucleolus*; es gilt jedoch von diesem Organe

Fig. 286. Querschnitt durch die Spitze eines eingespritzten Läppchens einer kindlichen *Thymus*, 30mal vergr. *a.* Hülle des Läppchens, *b.* Membran der Drüsenkörner, *c.* Höhle des Läppchens, von der aus die grösseren Gefässe in die Körner sich verästeln und an der Oberfläche derselben zum Theil mit Schlingen enden.

dasselbe, was von seinen Verwandten (Lymphdrüsen, Milz u. s. w), dass je sorgfältiger man untersucht, um so weniger freie Kerne sich finden, und darf man es mit *His* als sehr wahrscheinlich annehmen, dass auch hier in Wirklichkeit nur Zellen sich finden. Diese nun sind meist klein (von 0,003'''), ausserdem finden sich auch noch grössere von 0,004 — 0,01''' in geringer Zahl, deren Kerne häufig mehrfach sind und selbst *(His)* zu 6 — 8 vorkommen. Der Inhalt der Zellen ist entweder blass oder zeigt einzelne Fettkörnchen oder, und diess will *Ecker* nach vollendeter Ausbildung des Organes gesehen haben, es ist das Innere der Zellen ohne Kern und mit Fett ganz gefüllt. Diese zelligen Elemente nun werden getragen durch ein von *Billroth* zuerst gesehenes und von *His* genauer beschriebenes *Reticulum* sternförmiger Bindegewebskörperchen, das eben sowohl durch die grosse Zartheit seiner Elemente, die Alle kernhaltige Zellen sind, als auch durch seine Dichtigkeit sich auszeichnet, im Uebrigen ganz an die *Reticula* meiner cytogenen Bindesubstanz sich anschliesst. In den Thymusläppchen beginnt dasselbe an der dieselben von aussen umgebenden Bindegewebshülle und zieht sich durch die ganze dicke Wand derselben, die Thymuszellen in seine Maschen aufnehmend, bis zur Thymushöhle oder dem Thymuskanale, um hier eine etwas dichtere Lage wie eine Art innerer Begrenzungshaut zu erzeugen, die jedoch kaum zart genug gedacht werden kann.

Die Blutgefässe der Thymusläppchen verhalten sich insofern ganz eigenthümlich, als sie mit ihren feineren Verzweigungen, ja zum Theil selbst mit ihren Stämmchen, im Innern der dicken Wandungen derselben, oder wenn man lieber will, der Thymuskörner verlaufen. Die aussen und dicht an der mittleren Höhle in der Längsrichtung des Organs verlaufenden Hauptgefässe geben nämlich eine grosse Zahl von Aesten an die mittlere Höhle ab, welche, die Wandung derselben durchbohrend, an ihre innere Oberfläche gelangen und hier in dem vorhin erwähnten zarten, dieselbe auskleidenden Häutchen zierlich sich verästeln, unter einander sich verbinden und auch mässig enge Capillarnetze bilden. Von diesem arteriellen Netze aus ziehen sich dann überall da, wo die Läppchen einmünden, zahlreiche Gefässe in dieselben hinein, verlaufen in den innersten Theilen der dicken Wandungen der Läppchen weiter und verästeln sich dann nach aussen in die einzelnen Drüsenkörner, so dass sie ein diese letzteren ganz erfüllendes Capillarnetz mit Gefässen von 0,003–0,005''' und Maschen von 0,01–0,02''' bilden (Fig. 286), aus welchem Netze dann zahlreiche Venen entspringen, die nach Beobachtungen von *His* Alle gegen die Oberfläche der Läppchen zu streben, an deren Aussenseite, sowie an derjenigen des mittleren Raumes die grösseren ausführenden Blutgefässe liegen. Die feinere Ausbreitung dieser Gefässe liegt beim Menschen so sehr im Innern der Drüsenkörner, dass, auch wenn dieselben aufs Vollständigste aufgegangen sind, kein einziges Capillargefäss an der äussern Seite der structurlosen Umhüllungshaut derselben sich findet.

Der gemeinschaftliche Hohlraum oder Centralkanal der *Thymus* hat denselben Bau, wie die Läppchen, nur dass aussen an demselben eine stärkere Faserlage sich befindet und die Wandung minder dick ist, und eher stärkere Blutgefässe besitzt. Derselbe enthält in einer in voller Entwickelung befindlichen *Thymus* ebenso wie alle Nebenhöhlen eine grauweisse oder milchige, schwach sauer reagirende Flüssigkeit oft in grosser Menge,

in der neben einem hellen eiweissreichen Safte viele Kerne, einzelne Zellen und unter gewissen Umständen auch concentrische Körper (siehe unten) enthalten sind. Die Lymphgefässe der *Thymus* sind zahlreich, doch war ihr feineres Verhalten bis auf *His* ganz unbekannt. Nach diesem Forscher sind beim Kalbe die stärkeren Blutgefässe, die am Centralkanale verlaufen, durchweg von zwei oder mehr Lymphgefässstämmchen begleitet, welche von jedem Läppchen eine oder zwei Wurzeln beziehen. Verfolgt man diese, so zeigt sich, dass sie bei ihrer weiteren Verästelung im interlobulären Bindegewebe bald ihre Klappen und auch ihre Muskeln verlieren, und bald in zartwandige Lymphräume übergehen, die jedoch immer noch einmal so weit sind, als die entsprechenden Venenstämme. In diese dicht aussen an den Läppchen gelegenen Lymphräume nun scheinen Röhren von etwa 0,01‴ einzumünden, die aus der Mitte der kleinsten Läppchen herkommen, und ebenso wie die grösseren Gefässe mit Lymphkörperchen ganz gefüllt sind. Von diesen Röhren nun nimmt *His* an, dass sie frei in den Centralraum der Läppchen einmünden, doch gelang es ihm allerdings nicht, diese Vermuthung so festzustellen, als es wünschbar wäre. Immerhin bleibt ihm das Verdienst, Lymphkanäle bis in die dicke Wand der Thymushöhlen hinein verfolgt zu haben, und wird man Angesichts der schon von *Hewson* festgestellten und von *His* bestätigten Thatsache, dass die Thymuslymphgefässe sehr viele Lymphkörperchen von derselben Beschaffenheit, wie die Zellen des Thymusgewebes und des Thymussaftes enthalten, es als wahrscheinlich bezeichnen dürfen, dass die Enden dieser Gefässe so gebaut sind, dass sie die Elemente der *Thymus* aufzunehmen vermögen. — Nerven lassen sich an den Arterien der *Thymus* mit Leichtigkeit nachweisen, doch ist über ihre Endigung bis jetzt noch nichts ermittelt.

Ausser den oben geschilderten Elementen finden sich besonders zur Zeit des Schwindens des Organes noch eigenthümliche runde Gebilde, die ich mit *Ecker* concentrische Körper der *Thymus* nennen will. Dieselben erscheinen in sehr verschiedenen Formen, die sich jedoch, wie mir scheint, füglich auf zwei zurückführen lassen, nämlich 1) auf einfache, von 0,006—0,01‴ Grösse, mit einer dicken, concentrisch gestreiften Hülle und einer körnigen, bald wie ein Kern, bald wie eine Zelle erscheinenden Masse im Innern, und 2) zusammengesetzte bis zu 0,04, selbst 0,08‴ Grösse, die aus mehreren einfachen, von einer gemeinsamen, ebenfalls geschichteten Hülle umgebenen Körpern bestehen. Mir scheinen diese Gebilde, die *Hassall* und *Virchow* zuerst erwähnt, *Ecker* und *Bruch* weiter verfolgt haben, nicht durch Umwandlungen der Zellen der Drüse, sondern durch allmähliche Umlagerungen um dieselben zu entstehen, und mithin in ihrer Bildungsweise den Prostatasteinen verwandt zu sein. Der geschichtete Theil derselben besteht aus einer Alkalien bedeutenden Widerstand leistenden, sicher nicht fettigen Substanz, die an die colloide Substanz und die Substanz der Prostatasteine sich anschliesst, und wahrscheinlich durch Umwandlung des Eiweisses in den Drüsenwänden sich bildet. In gewissen Fällen, und *His* hält diess für die Regel, besteht die geschichtete Masse aus platten Zellen, so dass das Ganze den pathologischen geschichteten Epidermiskörnern ähnlich würde. Der Sitz dieser concentrischen Körper ist ausser dem Thymussecrete, vorzüglich der innerste Theil der Drüsenwandungen, wo die stärkeren Gefässe derselben sich befinden.

In Betreff der Entwickelung der *Thymus* verweise ich auf meine Mikr. Anat. und Entwickelungsgeschichte, und erwähne hier nur soviel, dass dieselbe ursprünglich einen durchaus aus Zellen gebildeten Strang mit einer zarten Umhüllungsmembran darstellt. Lässt man denselben unter fortgesetzter Zellenvermehrung sich verlängern und verdicken, und seitlich knospenartige Wucherungen treiben, so erhält man schliesslich einen mit vielen Lappen besetzten gewundenen centralen Strang. In diesem so weiter

entwickelten Organe können dann durch Veränderungen einzelner Zellen Gefässe und des *Reticulum* entstehen, während ein anderer Theil durch Verflüssigung Höhlen bildet und ein dritter in Form von Zellen als eigentliches Gewebe liegen bleibt. — Bei dieser Auffassung wird es begreiflich, dass Höhlen und Gewebe so sehr verschiedene Beziehungen zu einander zeigen, ferner, dass die Höhlen keine scharf begrenzten Wandungen besitzen. Die vereinzelten, von mir an dem Centralkanale der Kalbsthymus aufgefundenen Follikel, sowie kleine von *Jendrassik* gesehene Nebenthymus des Menschen, betrachte ich als nachträglich abgeschnürte Theile, doch folgt aus dem Vorkommen solcher Theile noch lange nicht, dass die Thymusläppchen für sich bestehende Bildungen sind.

Vergleicht man die *Thymus* mit andern Organen, so bieten sich, wie ich zuerst auf Grund genauerer mikroskopischer Untersuchungen es ausgesprochen habe, worin mir dann später *Leydig*, *Jendrassik* und *His* beistimmten, vor Allem die Lymphdrüsen und verwandten Bildungen dar, doch kann, wie sich von selbst ergibt, von einer vollkommenen Uebereinstimmung nicht die Rede sein.

Die Untersuchung der *Thymus* ist nicht leicht. Ich empfehle vor Allem gekochte Organe, die schon an und für sich sehr gut zur Untersuchung des Zusammenhanges der Lappen mit dem Centralkanale und der Höhlungen in den Läppchen sich eignen, und durch Erhärten in Weingeist auch zu feinen Schnitten passend werden. Ausserdem ist das Erhärten frischer Organe in Weingeist, Holzessig, Chromsäure und das Kochen derselben in Essig anzurathen. Auch die *Thymus* kleiner Säuger, die an den Rändern hautartig ist, eignet sich für eine übersichtliche Erkenntniss gut. Ausserdem sind aber vor Allem Einspritzungen der menschlichen *Thymus* unumgänglich nöthig, ohne welche kein vollkommener Aufschluss zu erhalten ist.

Literatur der *Thymus*. *S. C. Lucae*, Anat. Untersuchung d. Thymus im Menschen u. in Thieren. Frankf. a. M. 1811 u. 12. 4., und Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darm u. die Höhlen der Thymus. Nürnberg 1813. 4.; *F. C. Haugsted, Thymi in hom. et per ser. anim. descr.* Hafn. 1832. 8.; *A. Cooper, Anatomy of the thymus gland.* London 1832. 4.; *J. Simon, A physiological essay on the thymus gland.* London 1845. 4.; *Ecker*, Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagner's* Handw. der Phys. III, und *Icon. phys.* Tab. VI; *Restelli, De thymo, obs. anat. phys.-path.* Ticini Regii 1845; *Günsburg,* Ueb. d. geschichtl. Körper der Thymus, in Zeitschr. f. klin. Med. VI. S. 456; *A. E. Jendrássik,* Unters. üb. d. Bau der Thymusdrüse, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1856. Oct.; *A. Friedleben,* Die Physiol. der Thymusdrüse. Frankfurt 1858; *R. Melchior, De struct. gland. thymus.* Jenae 1859. *Diss.*; *His*, Beitr. z. Kenntniss d. z. Lymphsyst. geh. Drüsen, I. Thymus, in Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 341, und XI. S. 86 u. 164; *Berlin*, in Arch. f. Holländ. Beitr. S. 270.

Von den Harnorganen.

§. 186.

Die Harnorgane bestehen aus den beiden Nieren, zwei wahren Drüsen von röhrenförmigem Bau, welche den Harn bereiten, und aus den ableitenden Harnwegen, dem Harnleiter, der Harnblase und der Harnröhre.

§. 187.

An den Nieren unterscheidet man die Hüllen und das absondernde Gewebe. Zu den erstern gehört die sogenannte Fettcapsel,

Capsula adiposa, ein an Fettzellen sehr reiches, lockeres Bindegewebe, das weniger den Namen einer besondern Haut verdient, und dann die Faserhaut, *Tunica propria s. albuginea*, eine weissliche, aus gewöhnlichem Bindegewebe und vielen feinen elastischen Netzen gebildete, dünne, aber feste Hülle, die die Niere eng umschliesst und am *Hilus*, ohne in das Innere des Organes sich fortzusetzen, an die Nierenkelche und die Gefässe sich anlegt, jedoch auch hier noch theilweise an der hier zu Tage tretenden Rindensubstanz das Nierengewebe dicht umgibt.



Fig. 287.

Das von der Faserhaut scharf sich abgrenzende Drüsengewebe (Fig. 287) besteht für das blosse Auge aus zwei Theilen, der Mark- und Rindensubstanz, von denen die erstere in Gestalt von 8—15 kegelförmigen, mit ihren Spitzen gegen den *Hilus* geneigten Massen, den *Malpighi*'schen Pyramiden (Fig. 287 *e*), erscheint, jene dagegen (Fig. 287 *h*) die Gesammtrinde des Organs und ausserdem noch zwischen die einzelnen Pyramiden bis zum *Hilus* sich hineinziehende Scheidewände, *Columnae Bertini* (Fig. 287 *g*), bildet, und scheinbar ohne Unterbrechung durch die ganze Niere zusammenhängt. Mikroskopisch untersucht, zerfällt jedoch auch die Rinde in eben so viele Abschnitte, als Pyramiden vorhanden sind, und kann daher die Niere als aus einer gewissen Zahl grosser, jedoch innig zusammenhängender Lappen gebildet angesehen werden.

§. 188.

Zusammensetzung der Nierensubstanzen. Beide Theile der Niere bestehen wesentlich aus den Harnkanälchen, *Tubuli uriniferi*, drehrunden, im Mittel 0,016—0,030‴ messenden Röhrchen. Dieselben beginnen bei jedem Nierenabschnitte an dem von den *Calyces renales* umschlossenen Theile der Pyramiden oder an den Nierenpapillen als sogen. *Ductus papillares* mit 200—500 über die Oberfläche derselben zerstreuten Oeffnungen von 0,024—0,1‴, und verlaufen in den Pyramiden meist gerade, daher sie hier *Tubuli recti* (auch *Belliniani*) heissen (Fig. 288 *k*). Während dieses Verlaufes theilt sich jeder *Ductus papillaris* unter meist sehr spitzen Winkeln, und anfangs mit erheblicher Abnahme an Dicke zu wiederholten Malen in zwei (Fig. 288 *l*), seltener in drei oder vier, so dass schliesslich ein ganzes Bündel von feineren Röhrchen aus demselben hervorgeht, und die nach aussen stetig zunehmende Breite der Pyramiden theilweise sich erklärt. Zugleich wird gegen die Basis der Pyramiden der Zusammenhang der

Fig. 287. Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a.* Ureter, *b.* Nierenbecken, *c.* Nierenkelche, *d.* Papillen, *a.* *Malpighi*'sche Pyramiden, *f.* *Ferrein*'sche Pyramiden, *g.* *Septa Bertini*, *h.* äussere Theile der Rindensubstanz.

Bellini'schen Röhrchen durch zwischen denselben auftretende, in ziemlich regelmässigen Abständen verlaufende stärkere Gefässbündel (*Arteriolae* und *Venulae rectae*) lockerer, und treten dieselben auch nach allen Seiten auseinander, so dass an senkrechten Schnitten die Pyramiden (die Papillen natürlich ausgenommen) im ganzen Umkreise in viele kleine Bündel oder Pinsel, die *Ferrein*'schen Pyramiden der Anatomen, auszustrahlen scheinen, welche jedoch, wie Querschnitte darthun, durchaus nicht als besondere, scharf abgegrenzte Bündel anzusehen sind. Schon hier nehmen die Harnkanälchen einen leicht wellenförmigen Verlauf an, und noch mehr ist diess in der Rindensubstanz der Fall, wo dieselben als gewundene Harnkanälchen, *Tubuli contorti s. corticales*, auf den ersten Blick unentwirrbar und ohne Regelmässigkeit verflochten sind, um schliesslich, wie *Bowman* im Jahre 1842 entdeckte, jedes mit einem blasig aufgetriebenen, einen Gefässplexus eigenthümlicher Art enthaltenden Ende von 0,06 — 0,1‴ Grösse, einem sogenannten *Malpighi*'schen Körperchen, auszugehen. Bei aufmerksamer Beobachtung ergibt sich jedoch leicht, dass die gewundenen Harnkanälchen in säulenförmige, $^1/_3$ — $^1/_6$‴ breite, durch die ganze Dicke der Rinde eine dicht neben der andern sich erstreckende Massen angeordnet sind, die man trotz ihrer nicht vollständigen Abgrenzung von einander doch als *Fasciculi corticales* oder *Lobuli renum* (oder mit den ältern Anatomen als *Ferrein*'sche Pyramiden) bezeichnen kann. In diesen (Fig. 288) verlaufen die Harnkanälchen im Kleinen wie in einem Nierenlappen, so dass man im Innern derselben mehr gerade, in ihrem Umkreise gewundene Kanälchen unterscheidet. Verfolgt man die Sache genau, so sieht man, wie die *Bellini*'-



Fig. 288.

Fig. 288. Senkrechter Schnitt durch einen Theil einer Pyramide und der dazu gehörenden Rindensubstanz einer eingespritzten Kaninchenniere. Halbschematische Figur. Vergröss. 30. Links sind die Gefässe, rechts der Verlauf der Harnkanälchen dargestellt. *a. Arteriae interlobulares* mit den *Glomeruli Malpighiani b.* und ihren *Vasa afferentia*, *c. Vasa efferentia*, *d.* Capillaren der Rinde, *e. Vasa efferentia* der äussersten Körperchen in die Capillaren der Nierenoberfläche übergehend, *f. Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* in die *Arteriolae rectae ggg.* sich fortsetzend, *h.* Capillaren der Pyramiden aus den letztern sich bildend, *i.* eine *Venula recta* an der Papille beginnend, *k. Ductus papillaris* oder Anfang eines geraden Harnkanälchens an der Papille, *l.* Theilungen desselben, *m.* gewundene Kanälchen in der Rinde nicht in ihrem ganzen Verlaufe dargestellt, *n.* dieselben an der Nierenoberfläche, *o.* Fortsetzung derselben in die geraden Kanälchen der Rinde, *p.* Verbindung derselben mit *Malpighi*'schen Capseln.

schen Röhren, indem sie bündelweise in ein Rindenläppchen eintreten, anfangs noch ganz gerade verlaufen (Fig. 288 *o*). Bald jedoch biegen sich einzelne und im weitern Verlaufe immer mehr Kanälchen zur Seite (Fig. 288 *m*), um stark geschlängelt gegen die die Rindenläppchen umgebenden Arterienstämmchen hinzugehen, bis am Ende in einiger Entfernung von der Oberfläche der Niere (oder der Mitte der *Columnae Bertini*) das ganze Bündel in gewundene Kanälchen sich aufgelöst hat. Die *Malp.* Körperchen (Fig. 288 *b*), von denen die Harnkanälchen entspringen, liegen in der ganzen Dicke der Rinde, von den Pyramiden an bis auf $\frac{1}{50}'''$ Entfernung von der Oberfläche, auch in den *Septa Bertini* bis zum Nierenausschnitte herab, und stehen so regelmässig und zahlreich um die Rindenläppchen herum, dass jeder senkrechte, durch die Rinde geführte Durchschnitt immer zwischen zweien derselben einen rothen Streifen dieser Körperchen ergibt. In der Regel besteht ein solcher aus einer kleinen Arterie und zwei bis vier von derselben getragenen, jedoch nicht regelmässigen Reihen von Körperchen, von denen die einen mehr zu dem einen, die andern mehr zu dem andern Rindenbündel in Beziehung stehen. Es ist mithin jedes in die Rinde eintretende Bündel von Harnkanälchen gleich von Anfang an von den *Malp.* Körperchen ganz umgürtet, und begreift sich, dass die einen Kanälchen früher, die andern später von demselben sich ablösen, um zu ihren Körperchen zu gelangen. Jedes Rindenkanälchen verläuft übrigens nach seinem Ursprunge stark gewunden, zuerst etwas nach aussen, biegt sich dann zurück und schliesst sich an die geraden Kanälchen des Rindenbündels an. Bevor diess geschieht, bilden diese Kanälchen häufig noch eine gegen die Pyramiden gerichtete Schleife, ja es dringt beim Menschen ein Theil dieser Schleifen selbst in die Pyramiden ein und kann hier bis zu den Papillen herablaufen. So kommt es, dass in den Pyramiden zweierlei Harnkanälchen sich finden, und zwar 1) die geraden Harnkanälchen, und 2) Ausbeugungen eines gewissen Theiles der Rindenkanälchen, die nach dem Forscher, der zuerst die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt hat, die *Henle*'schen Röhrchen heissen mögen.

In neuester Zeit hat *Henle* ganz eigenthümliche Ansichten über den Bau der Niere veröffentlicht (ll. cc.). Nach *H.* enthält die Niere zwei ineinander eingeschaltete, aber ganz getrennte Systeme von Drüsenkanälen. Das eine System beginnt mit einem Netze in der Rinde und hat seinen Abfluss durch die geraden Kanälchen der Pyramiden, die an den Papillen ausmünden. Die Röhren des zweiten Systems beginnen in der Rinde blind mit den Capseln, welche die *Glomeruli Malpighiani* umschliessen, füllen mit zahlreichen Windungen die Maschen des Netzes des ersten Röhrensystems und senken sich dann in geradem Verlaufe, den geraden Zweigen des ersten Röhrensystemes parallel und zwischen denselben, in die Marksubstanz herab, um höher oder tiefer, bis in die Papillenspitzen hinab, je zwei und zwei schlingenförmig ineinander umzubiegen, welche Schlingen mithin je zwei *Malpighi*'sche Capseln miteinander verbinden. Das netzförmige Röhrensystem besitzt in allen seinen Theilen helle deutlich gesonderte Epithelzellen; die blinden Röhren des zweiten Systemes dagegen haben, soweit als die Schleifen im untern Theile der Pyramiden enthalten sind, ein helles plattes Pflasterepithel, höher oben ein mächtiges körniges, nicht deutlich in Zellen abgetheiltes Epithel. — Mit diesen Behauptungen verbindet *Henle* erstens den Nachweis, dass gewisse pathologische Ablagerungen, wie die Kalk- und Fettinfarcte der Papillen und Pyramiden, und die Faserstoff- oder Gallertcylinder, wie sie *Henle* aus der *Bright*'schen Niere zuerst beschrieb (Zeitschr. f. rat. Med. I. S. 68), in den schleifenförmigen Kanälchen, die Harnsäureinfarcte der Kinder dagegen in den offenen Röhren sich finden,

und zweitens die Vermuthung, dass die beiden Systeme eine wesentlich verschiedene physiologische Bedeutung haben, und die blinden Kanäle der Absonderung des Wassers, die frei ausmündenden dagegen derjenigen der wesentlichen Harnbestandtheile dienen. —

Ich habe es mir angelegen sein lassen, diese so tief einschneidende neue Darstellung *Henle's* sorgfältig zu prüfen, und bin hierbei zu dem Ergebnisse gelangt, dass dieselbe in der Hauptsache nicht stichhaltig ist. Es finden sich jedoch unter den Angaben *Henle's* manche, die vollkommen richtig sind, und ist die Verwickelung der Verhältnisse überhaupt der Art, dass man es gewissermaassen begreiflich findet, dass *H.* zu einer so gewagten Aufstellung seine Zuflucht nahm. Nach meinen Untersuchungen verhalten sich übrigens der Mensch und die von mir untersuchten Säugethiere nicht in allen Punkten gleich, und betrachte ich daher dieselben besonders.

Beim Menschen enthalten die Pyramiden neben weiteren Kanälchen, die unmittelbar aus der Verästelung der *Ductus papillares* hervorgehen und für die ich den Namen *Tubuli recti sive Belliniani* ausschliesslich brauchen will, eine grosse Zahl feinerer Kanälchen, die da und dort, vor Allem in den Papillen, aber auch höher oben bis an die Grenze der Pyramiden schlingenförmig ineinander umbiegen. Auch ich kann diese Kanälchen, die ich die *Henle'schen* Röhrchen nennen will und die man bisher mit den *Tubuli recti* zusammengeworfen hat, für nichts anderes als für Harnkanälchen halten, denn dieselben besitzen einmal ganz denselben Bau wie diese, d. h. eine *Membrana propria* und ein Epithel, und zweitens lassen sich dieselben auch von den gewundenen Rindenkanälchen aus einspritzen, wie weiter unten noch angegeben werden soll. Kann ich nun auch in dieser Beziehung mit *H.* übereinstimmen, so muss ich doch mit Bezug auf seine Angaben des Verhaltens der geraden Kanälchen ganz von ihm abweichen, indem ich die Ueberzeugung gewonnen habe, dass diese in der Rinde kein Netzwerk bilden, sondern mit den an den *Malpighi'schen* Körperchen beginnenden gewundenen Harnkanälchen zusammenhängen. Was erstens die vermeintlichen Netze von Harnkanälchen betrifft, welche *Henle* bei Einspritzungen vom *Ureter* aus in der Rinde gefüllt haben will, so muss ich behaupten, dass solche Netze nicht vorkommen. Hierbei stütze ich mich vor Allem auf Nieren, die ich von der Arterie aus einspritzte, und bei denen ich durch sorgfältig fortgesetzten Druck Austritt der Masse in den *Glomeruli* und Füllung der gewundenen Harnkanälchen bewirkte. Gelingt eine solche Einspritzung, und diess ist nicht selten, so erhält man sowohl die Blutgefässe der Rinde, als auch auf grösseren Strecken die Rindenkanälchen gut gefüllt, und ist im Falle sich zu vergewissern, dass ausser den bekannten Harnkanälchen keine andern solchen Röhrchen in der Rinde sich finden, und dass auch an den erstern durchaus keine Verbindungen und Netzbildungen sich finden. *Henle* hat nun freilich Abbildungen der vermeintlichen Harnkanälchennetze gegeben, ich vermisse jedoch sowohl in seinen Abbildungen, als in den Beschreibungen jeden Beweis, dass die Netze wirklich aus Harnkanälchen bestanden. Denn wenn es ihm auch, wie nicht zu bezweifeln, gelang,

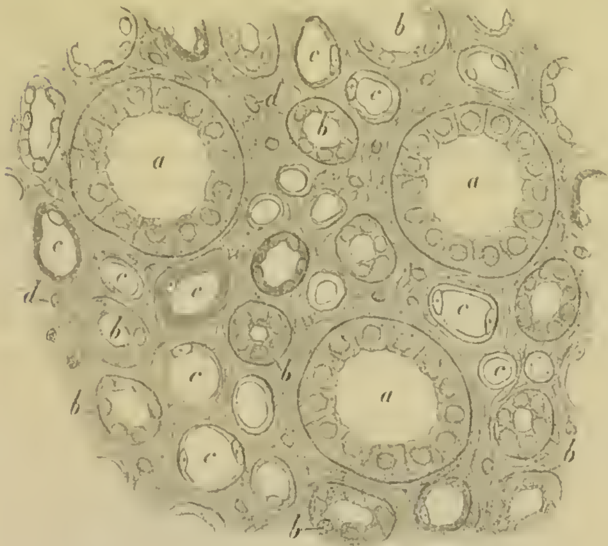


Fig. 289.

Fig. 289. Querschnitt durch eine Nierenpapille des Menschen. *a. Ductus papillares*, *b. Henle'sche* Röhrchen, *c.* Blutgefässe, von denen *Henle* einen Theil mit den feineren Harnkanälchen zusammengeworfen hat und die auch in der That leicht mit denselben zu verwechseln sind, *d.* Kerne des *Stroma*. Vergr. 300.

Masse aus dem *Ureter* bis in Harnkanälchen der Rinde zu treiben (siehe s. Fig. 26), so ist doch damit noch nicht dargethan, dass die gefüllten Netze auch aus solchen bestanden. Ich habe solche Einspritzungen vom *Ureter* aus auch angestellt und hierbei Netze in der Rinde gefüllt erhalten, allein diese Netze waren Blutgefässe, welche, wie schon bei *Bowman* zu lesen ist und wie übrigens *Henle* auch weiss und erwähnt, in einem solchen Falle äusserst leicht ohne Extravasat sich füllen, so dass die Grenzen beider Röhrensysteme gar nicht zu unterscheiden sind. — Zu bemerken ist nun ausserdem, dass auch sonst an feinen Schnitten und an erweichten Stücken keine Spur von netzförmig verbundenen Harnkanälchen zu sehen ist.

Auf der andern Seite ist, wie ich glaube, der vollgültige Beweis zu leisten, dass die geraden Kanälchen der Pyramiden unmittelbar mit den *M.* Körperchen und den von ihnen entspringenden gewundenen Kanälchen zusammenhängen, und zwar wiederum durch Einspritzung der Harnkanälchen von den *Glomeruli* aus. Wird eine solche sorgfältig gemacht, so füllen sich auch viele gerade Harnkanälchen bis zu den Mündungen an den Papillen, und zwar ohne Spur eines Austritts der Masse in das Nierengewebe, und ist es nicht schwer, an senkrechten Schnitten des in Alkohol erhärteten Organes sich zu überzeugen, dass die gewundenen Kanälchen unmittelbar in gerade Kanälchen im Innern der *Fasciculi corticales* und diese wiederum in die *Tubuli recti* der Pyramiden übergehen.

Ich sehe keine Möglichkeit eines Einwurfes gegen die von mir aufgestellte Deutung guter Einspritzungen der Harnkanälchen dieser Art, und betrachte ich es daher als ausgemacht, dass viele *Tubuli recti* in unmittelbarem Verbande mit gewundenen Kanälchen und *Malpighi*'schen Körperchen stehen. Wie verhält es sich nun aber mit den *Henle*'schen schlingenbildenden Röhrchen, die auch meiner Meinung nach Harnkanälchen sind? Mir scheint, dass, Alles zusammengenommen, dieselben nichts anderes sein können, als Ausbiegungen der Enden der geraden Kanälchen, die nach dem Eintritte dieser in die Rinde und vor ihrem Uebergange in die eigentlichen gewundenen Röhrchen mehr weniger tief in die Pyramiden hinuntergehen und dann wieder zur Rinde zurückkehren, um in gewohnter Weise zu enden. An denselben Nieren, an denen es mir gelang, *Tubuli Belliniani* in ihrer ganzen Länge von den *Malpighi*'schen Körperchen aus zu füllen, fanden sich auch da und dort *Henle*'sche Röhrchen aufgegangen, doch ist es mir bis jetzt noch nie geglückt, eine ganze Schleife eines solchen einzuspritzen, woran wahrscheinlich die Enge dieser Röhren Schuld ist. Nichtsdestoweniger glaube ich folgende Vorstellung vom Verlaufe der Harnkanälchen des Menschen als eine berechtigte hinstellen zu dürfen. Alle *Tubuli Belliniani* bilden, in die Rinde eingetreten, bevor sie in die eigentlichen gewundenen Kanälchen übergehen, Ausbeugungen oder Schleifen, die mit ihrem Bogen gegen die Pyramiden sehen. Viele dieser Schleifen sind nur kurz und gehen nicht über die Rinde heraus, und diese Kanälchen sind es, die in ihrer ganzen Länge von den *Malpighi*'schen Körperchen aus sich einspritzen lassen, andere sind länger, hängen mehr weniger weit in die Pyramiden herab und stellen die *Henle*'schen Röhrchen dar, welche ihrer Länge und geringen Weite halber nicht vollständig zu füllen sind. Dieser Auffassung zufolge wären die *Henle*'schen Röhrchen zwar wohl auffallende Bildungen, aber doch nicht so ganz eigenthümlich, als es auf den ersten Blick erscheint, und nur der Ueberrest eines Verhältnisses, das im Wesentlichen allen Harnkanälchen zukömmt. —

Was die physiologische Bedeutung der *Henle*'schen Röhrchen betrifft, so ist es wohl noch nicht an der Zeit, über dieselbe etwas auszusagen, dagegen lässt sich, wie mir scheint, ihre Entwickelung von meinem Standpunkte aus recht gut begreifen, wenn man bedenkt, dass nach meinen Erfahrungen (Mikr. Anat. II. 2. S. 373) die Niere des Menschen noch im dritten Monate einzig und allein aus gewundenen Kanälchen besteht, welche somit auch an der Stelle der späteren Papillen sich finden. Bilden sich die geraden Kanälchen aus, so werden die gewundenen Kanälchen wohl nicht alle von ihrer Stelle verdrängt werden, und aus den ihre ursprüngliche Lage bewahrenden könnten dann die *Henle*'schen Schleifen sich entwickeln.

Mit Hinsicht auf pathologische Verhältnisse, so ist sicher, dass die colloidartigen Klumpen und Cylinder (Gallertcylinder der Forscher) vor Allem in den *Henle*'schen Röhren sich finden. Doch glaube ich, dieselben auch in den *Bellini*'schen Röhren ge-

sehen zu haben, und ebenso ist wohl auch kaum zu bezweifeln, dass diese Massen auch im Harne vorkommen, was gegen *Henle's* Auffassung der schleifenförmigen Kanäle spricht. Der Kalkinfarct der Pyramiden sitzt in Kanälchen, die in Weite und anderem ganz an die *Henle*'schen Röhrchen erinnern, immerhin muss ich bekennen, dass ich mich noch nicht ganz bestimmt davon habe überzeugen können, dass es wirklich diese Röhrchen und nicht Blutgefässe sind, die die Kalkablagerung enthalten. Die *Arteriolae* und *Venulae rectae* der Pyramiden bilden nämlich auch häufig Schleifen in den Papillen und gewisse, mit Kalkabsonderung versehene Kanälchen sehen täuschend wie kleine Arterien aus. Immerhin bin ich geneigt, in dieser Beziehung *Henle's* Deutung beizupflichten, namentlich wegen der grossen Zahl Schlingen, die an den verkalkten Kanälchen sich finden, sowie wegen des Mangels aller und jeder Verästelung derselben.



Fig. 290.

Von Thieren habe ich bis jetzt das Kaninchen, Schaf, den Hund und das Schwein untersucht. Bei den erstgenannten Thieren, deren Nieren nur Eine Pyramide besitzen, ist es mir bis jetzt unmöglich gewesen, mit Bestimmtheit etwas den *Henle*'schen schleifenförmigen Röhren der menschlichen Niere ähnliches zu entdecken, und glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Pyramiden nur aus den unmittelbaren Verästelungen der *Ductus papillares* und aus Blutgefässen bestehen; *Henle*, der von der Niere des Kaninchens nach Querschnitten auch schleifenförmige Kanälchen beschreibt und abbildet, hat sich vielleicht durch die *Arteriolae* und *Venulae rectae* täuschen lassen, von denen er nicht zu wissen scheint, dass sie auch ein Epithel besitzen und in den ganzen Pyramiden in übergrosser Zahl sich finden. Wenigstens sagt er (Zur Anat. d. Niere S. 42) bestimmt, dass die Gefässe der *Ferrein*'schen Pyramiden, m. a. W. der äusseren Lagen der Marksubstanz, kein Epithel besitzen und dass tiefer herab in der Marksubstanz, mit Ausnahme der Spitzen der Papillen, Gefässe nur vereinzelt sich finden, und doch hatte ich schon in meiner Mikr. Anat. (II. 2. S. 363) angegeben, dass die Zahl enger gerade verlaufender Arterien und Venen in den Pyramiden eine ganz erstaunliche sei, und dass man sich davor zu hüten habe, dieselben, wenn blutleer, für *Bellini*'sche Röhrchen zu halten, was um so leichter geschehen könne, da dieselben auch ein Epithel aus länglich platten Zellen besitzen. Ich habe die Pyramiden der genannten Thiere Schritt für Schritt auf Querschnitten untersucht und nichts gefunden, als die durch wiederholte Theilungen allmählich feiner werdenden *Ductus papillares* und ungemein zahlreiche kleine Arterien und Venen mit Spindelzellen als Epithel und muss daher, da alles Andere wie beim Menschen sich verhält, für diese Thiere

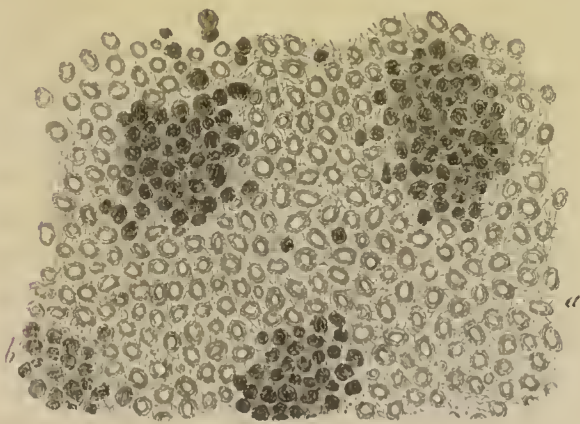


Fig. 291.

Fig. 290. *Henle's* schleifenförmige Kanälchen mit Kalkinfarct aus einer Nierenpapille des Menschen. Der Schnitt mit *Natr. caust. dil.* behandelt. Vergr. 23.

Fig. 291. Querschnitt durch den äussern Theil der Pyramiden einer von der Arterie aus eingespritzten Schafsniere. Vergr. 40. *a.* Harnkanälchen, alle so ziemlich von derselben Weite und bestimmt nicht aus weiten und engen Kanälchen bestehend, wie beim Menschen und Schweine, *b.* Bündel der *Arteriolae rectae*, neben denen noch einzelne für sich verlaufende Stämmchen da sind.

die alte gäng und gebe Anschauung vom Baue der Niere aufrecht halten. Abweichend verhält sich das Schwein. Hier finde auch ich in den Pyramiden ganz bestimmt zweierlei Röhrchen wie beim Menschen, weite und enge, und gebe ich in sofern *Henle* Recht. In allen andern Beziehungen muss ich jedoch auch für dieses Geschöpf *Henle* entgegentreten, auf dieselben Gründe gestützt, wie beim Menschen. Da Füllungen der Harnkanälchen in der Rinde und den Pyramiden durch Einspritzen der Arterien mit Chromblei und Extravasate in den *Malpighi*'schen Körperchen mir beim Schweine in ausgezeichneter Weise gelangen, so mache ich Alle, die diese Angelegenheit nachuntersuchen, auf dieses Geschöpf aufmerksam und hebe noch besonders hervor, dass auch hier stellenweise die Einspritzung der Rinde so vollkommen ist, dass man sich mit Bestimmtheit überzeugt, dass ausser den gewundenen Kanälchen keine zweite Art von Harnkanälchen da ist, die Netze bildet. Beim Schweine sah ich in der Rinde auch Uebergänge enger Röhrchen vom Durchmesser der *Henle*'schen Kanälchen in weitere gewundene Kanälchen, was, zusammen mit der so leicht gelingenden Füllung der *Bellini*'schen Röhren und *Ductus papillares* von den gewundenen Kanälchen aus, wohl klar darthut, dass alle Nierenkanälchen zusammengehören. Ausserdem erlaube ich mir nun noch gegen *Henle* zu bemerken, dass in den Urnieren, dann in den Nieren von *Myxine*, der Fische überhaupt und der Amphibien auch nur einerlei Kanälchen da sind, so wie dass *Gerlach* beim Frosche die *Malpighi*'schen Körperchen vom *Ureter* aus eingespritzt hat.

Die Zahl der gewundenen Harnkanälchen entspricht der Zahl der *Malpighi*'schen Körperchen und ist daher auf jeden Fall ungemein gross. Nach *Huschke* kommen 200 Kanälchen auf jeden *Fasciculus corticalis* und 700 solcher *Fasciculi* auf eine Pyramide, was bei 15 Pyramiden mehr als zwei Millionen Anfänge von Kanälchen und *Malp.* Körperchen gibt. Da jede Papille bei 500 oder noch mehr Oeffnungen hat, so ist es möglich, dass jedes Rindenfascikel aus einem einzigen *Ductus papillaris* hervorgeht; auf jeden Fall ergibt sich, dass an jedem geraden Röhrchen die Theilungen mindestens zehnmal sich wiederholen.

§. 189.

Die Harnkanälchen bestehen mit Ausnahme der weiten Gänge in den Papillen überall wesentlich aus denselben Elementen, nämlich einer *Membrana propria* und einem Pflasterepithel. Jene ist eine vollkommen gleichartige, durchsichtige, dünne (von 0,0004—0,0006'''), aber verhältnissmässig feste und elastische Hülle, die namentlich an den geraden Kanälchen auf sehr grosse Strecken für sich darzustellen ist, und dann gern in Falten sich legt, die sie oft wie Bindegewebe streifig erscheinen lassen. An der Innenseite dieser Hülle, die in ihren chemischen Eigenschaften ganz an das *Sarcolemma* sich anschliesst (siehe §. 32), liegen in einfacher Lage vieleckige, mässig dicke Zellen um die Lichtung der Harnkanälchen herum, welche ihrer leichten Veränderlichkeit wegen zu vielen unrichtigen Vorstellungen über den Bau der Harnkanälchen und ihren Inhalt Veranlassung gegeben haben. Dieselben dehnen sich nämlich bei der gewöhnlichen Untersuchungsweise in Wasser durch Aufnahme desselben aus, und werden im Umkreise blasig aufgetrieben und blass, so dass ihre vieleckige Form und regelmässige Anordnung verloren geht und die Nierenkanälchen innerhalb ihrer gleichartigen Haut mit rundlichen grössern Zellen ganz gefüllt erscheinen und keine Lichtung mehr zeigen. Häufig bersten auch die Zellen, und dann enthalten die Kanälchen nichts als eine feinkörnige Masse mit Kernen und aus den Zellen ausgetretenen hellen Eiweisstropfen. Dieselben Veränderungen gehen in nicht ganz frischen Nieren von selbst vor sich, und ist es daher vor Allem nöthig, das Organ möglichst bald nach dem Tode und unter Vermeidung aller schäd-

lichen Zusätze zu untersuchen. Der Inhalt der Epithelzellen ist, abgesehen von runden gewöhnlichen Kernen, eine meist sehr feinkörnige Masse, die bei

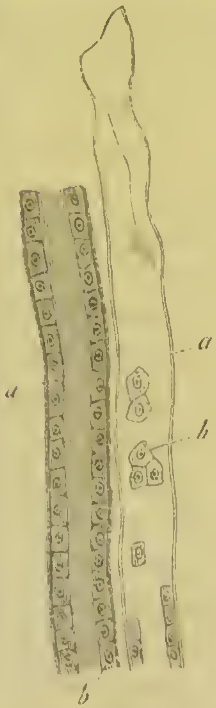


Fig. 292.

Wasserzusatz helle, leicht gelbliche Tropfen, wahrscheinlich von Eiweiss, austreten lässt, sonst aber sich nicht verändert, durch Essigsäure mit den Zellenhüllen erst erblasst und bald sich auflöst, während die Zellenkerne zugleich sehr blass werden, endlich durch kaustische Alkalien mit den Membranen gleich verschwindet. Ausser diesen Körnern, die ich nicht anstehe für eine Proteinsubstanz zu erklären, und dem im Inhalte gelösten Eiweisse enthalten die Zellen sehr gewöhnlich noch einige kleine dunkle Fetttröpfchen, seltener ein oder das andere Körnchen von gelblichem Farbstoff.

Die geraden und gewundenen Kanälchen zeigen innerhalb der angegebenen allgemeinen Eigenschaften noch einige Verschiedenheiten. Die erstern, obschon anfänglich von der bedeutenden Breite von selbst 0,06 — 0,1‴ (nach *Henle* 0,2 — 0,3ᵐᵐ), verschmälern sich doch in Folge der Theilungen bald zu 0,02—0,03‴, welchen Durchmesser sie bis zur Grenze der Marksubstanz beibehalten. In der Rinde messen die gewundenen Harnkanälchen bis zu 0,033‴, während unter den gerade verlaufenden Kanälchen im Innern der Rindenfascikel auch viele schmalere Röhrchen bis zu 0,015‴ herab sich finden, welche wohl unzweifelhaft die Anfänge der *Henle*'schen Röhrchen sind, die in den Pyramiden zwischen 0,01-0,02‴ messen und die engsten der menschlichen Harnkanälchen sind.

Die Enden der geraden Harnkanälchen in den *Papillae renales* oder die *Ductus papillares* von *Schumlansky* besitzen, wie *Henle* mit Recht behauptet, ohne Ausnahme ein Cylinderepithel mit Zellen von 0,01-0,012‴ und entbehren einer *Membrana propria (Beer)*. Weiter gegen die Rinde zu gehen die Zellen ganz allmählich in ein helleres Pflasterepithel über, in der Art, dass dieses letztere Epithel für die Mehrzahl der geraden Harnkanälchen das bezeichnende ist. — Thiere verhalten sich in dieser Beziehung übrigens z. Th. abweichend vom Menschen, und haben z. B. beim Kaninchen die *Ductus papillares* weithin ein mächtiges Cylinderepithel. Die Rindenkanälchen haben z. Th. noch dasselbe Epithel, wie die geraden Harnkanälchen, z. Th. und zwar die eigentlichen gewundenen Kanälchen eine Auskleidung körniger grosser Pflasterzellen (von 0,008 — 0,012‴ Breite, 0,004 — 0,005″ Dicke), die durch ihre Zartheit und Veränderlichkeit sich auszeichnen und nur bei vorsichtiger Untersuchung als solche zu erkennen sind. In den *Henle*'schen Röhren endlich findet sich z. Th. helleres, z. Th. körniges kleineres Pflasterepithel. Die *Membrana propria* ist am stärksten in den *Henle*'schen Röhrchen, viel zarter an den gewundenen Kanälchen und den eigentlichen *Bellini*'schen Röhrchen.

Fig. 292. Zwei *Henle*'sche Röhrchen aus den Pyramiden des Menschen, das eine mit vollständigem Epithel, das andere halbleer. *a. Membrana propria*, *b.* Epithel. Vergröss. 300.

Einen sehr eigenthümlichen Bau besitzen die *Malpighi*'schen Körperchen, die als erweiterte Anhänge der gewundenen Harnkanälchen anzusehen sind und, eingebettet in ihr Epithel und ihre Höhlung so zu sagen ganz erfüllend, einen dichten rundlichen Gefässplexus, den *Glomerulus Malpighianus*, enthalten, dessen Bau unten erörtert werden soll. Dieselbe *Membrana propria*, welche die Harnkanälchen umschliesst, bekleidet etwas verdickt (von 0,0005 — 0,0008''') auch diese Körperchen (Fig. 293 *a*), und ebenso geht auch das Epithel in die so gebildeten Capseln ein, nur dass dasselbe kleiner und undeutlicher wird und den Gefässknäuel auch da überzieht, wo derselbe der Höhlung des abgehenden Harnkanälchens zugewendet ist. Dieses setzt sich in der Regel verschmälert (Fig. 293 *B*) meist an der entgegengesetzten Seite der zu- und abtretenden Gefässe an die *Malp.* Capsel an, und dringt dem Gesagten zufolge seine Höhlung nur unerheblich in dieselbe ein, welche fast ganz von den Gefässen und dem sie umgebenden Epithel eingenommen wird.

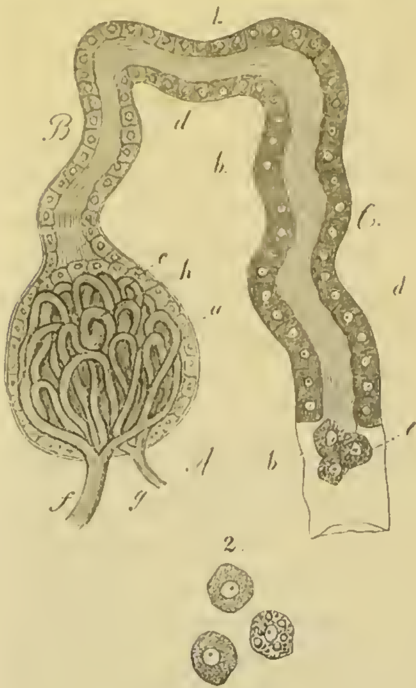


Fig. 293.

Die von *Bowman* im Halse der *Malpighi*'schen Körperchen des Frosches und in den Anfängen der Harnkanälchen entdeckte Flimmerbewegung mit Richtung des Stromes gegen den *Ureter* ist leicht zu bestätigen, wenn man Zusatz von Wasser vermeidet. Dieselbe fehlt bei Vögeln (*Gerlach* glaubt dieselbe einmal beim Huhne gesehen zu haben) und Säugethieren, und wurde auch in zwei von mir besonders auf diesen Gegenstand untersuchten Hingerichteten vermisst, dagegen findet sich dieselbe auch bei Schlangen, bei Salamandern, *Triton*, *Bombinator*, *Bufo* und sehr schön bei Fischen, ebenso nach *Remak* und mir in den wie Nieren gebauten Primordialnieren von Eidechsenembryonen, in den beiden letzten Fällen auch in den von den *Malpighi*'schen Körperchen entfernteren Harnkanälchen. Die Frage nach dem die *Glomeruli* überziehenden Epithel ist immer noch nicht vollständig erledigt, indem *Todd-Bowman* noch in der neueren Zeit (Phys. Anat. II. S. 489) sich dafür aussprechen, dass die Gefässe ganz nackt in ihrer Capsel liegen, ebenso *A. Ecker* u. A. Umgekehrt nehmen einige Beobachter, wie *Isaac* und *Moleschott*, an, dass der *Glomerulus* und die Capsel jede ihr besonderes Epithel besitzen. Ich habe auch bei wiederholten Untersuchungen nur von der Anwesenheit Einer Epithellage zwischen den dicht aneinander liegenden beiden Theilen mich überzeugen können (und ebenso ist es auch *Henle* ergangen), gebe jedoch zu, dass der Entwickelung der Körperchen zufolge, welche nach *Remak* durch Einstülpung der Harnkanälchen durch die wuchernden Gefässe geschieht, ursprünglich wohl zwei Epitheliallagen da sein müssen, die vielleicht bei dem einen oder andern Geschöpfe sich erhalten, wie denn in der That die männlichen Tritonen nach *V. Carus* ein solches Verhältniss zeigen (meine Mikr. Anat. Fig. 301).

Mit Bezug auf die Verbindungsweise der *Malpighi*'schen Körperchen mit den

Fig. 293. 1. Ein *Malpighi*'sches Körperchen *A* mit dem entspringenden Harnkanälchen *B*, *C* vom Menschen. Vergr. 300. Halbschematische Figur. *a.* Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen, sich fortsetzend in *b.* die *Membrana propria* des gewundenen Harnkanälchens, *c.* Epithel des *M.* Körperchens, *d.* Epithel des Harnkanälchens, *e.* losgelöste Epithelzellen, *f. Vas afferens*, *g. Vas efferens*, *h. Glomerulus Malpighianus*. 2. Drei Epithelzellen aus gewundenen Kanälchen, 350mal vergr., die eine mit Fetttröpfchen.

Harnkanälchen, so behauptet in neuester Zeit *Moleschott*, gestützt auf die Beobachtung künstlich zerlegter Nieren, dass beim Menschen und bei Säugethieren in der Regel Ein Körperchen mit zwei Harnkanälchen verbunden sei. *Henle* und *Meyerstein* waren jedoch nicht im Stande, sich von diesem Verhalten zu überzeugen, und auch ich habe in Nieren des Menschen und Schweines, deren Harnkanälchen von den *Glomeruli* aus eingespritzt waren, immer nur Ein Kanälchen mit einer Capsel verbunden gesehen.

§. 190.

Gefässe und Nerven. Die grosse Nierenarterie theilt sich im Nierenbecken in eine gewisse Zahl von Aesten, die, nachdem sie die im *Hilus* gelegenen Theile versorgt haben, über und unter den Nierenvenen in die zwischen den Pyramiden gelegene Corticalsubstanz (die *Columnae Bertini*) eintreten. Von hier aus verlaufen dieselben unter wiederholten Theilungen hart an der Grenze der beiden Nierensubstanzen weiter, so dass im Umfange jeder Pyramide eine in der Regel nur von zwei grossen Arterien abstammende zierliche Verästelung, jedoch ohne Verbindungen der einzelnen Aestchen, entsteht. Aus dem der Rindensubstanz zugewendeten Theile derselben entspringen mit grosser Regelmässigkeit, meist unter rechtem Winkel kleinere Arterien, die nach einigen oder mehrfach wiederholten Theilungen in feine, 0,06 — 0,1‴ weite Aestchen sich spalten, die zwischen den Rindenfascikeln oder Läppchen geraden Weges nach aussen verlaufen und am passendsten *Arteriae interlobulares* heissen (Fig. 288 *a*). Sie sind es, welche die *Malp.* Körperchen tragen und, einige zu den Hüllen des Organs tretende Ausläufer abgerechnet, ganz in der Bildung der Gefässknäuel derselben aufgehen. Es gibt nämlich jede Interlobulararterie in ihrer ganzen Länge nach zwei, drei oder vier Seiten eine grosse Zahl feiner Zweigelchen von arteriellem Baue und 0,008 — 0,02‴ ab, die nach kurzem Verlaufe entweder unmittelbar oder nach einmaliger Theilung die Hülle eines *M.* Körperchens durchbohren und als *Vasa afferentia* der Gefässknäuel derselben erscheinen. Ein jeder von diesen (Fig. 293, 294) besteht aus einem dichten Knäuel feiner Gefässchen von 0,004 — 0,008‴ Durchmesser und dem gewöhnlichen Baue der Capillaren, und besitzt ausser der zuführenden Arterie auch noch ein ableitendes Gefäss, das *Vas efferens*. Die Art und Weise, wie diese zwei Gefässe mit einander in Verbindung stehen, ist nicht die gewöhnliche, wie bei Arterien und Venen, sondern wie bei den sogenannten bipolaren Wundernetzen, indem das *Vas*



Fig. 294.

Fig. 294. Aus der Niere des Menschen nach *Bowman*. *a.* Ende einer *Art. interlobularis*, *b.* *Arteriae afferentes*, *c.* nackter *Glomerulus*, *d.* *Vas efferens*, *e.* *Glomeruli* von den *Malp.* Capseln umhüllt, *f.* von denselben entspringende Harnkanälchen. Vergr. 45.

afferens gleich nach seinem Eintritte in fünf bis acht Aeste und jeder dieser in ein Büschel von Capillaren sich spaltet, welche vielfach gewunden und durcheinander geflochten ohne Netzbildung verlaufen, und schliesslich in eben der Weise, wie sie sich bildeten, wieder zu einem Stämmchen sich vereinen. In der Regel treten die beiden Stämmchen des *Glomerulus* nahe beisammen und gegenüber dem Ursprunge des Harnkanälchens aus und ein, und ohne Ausnahme finden sich die feinsten Gefässchen derselben von 0,003 — 0,004‴, gewissermaassen die Umbiegungsschlingen, gerade da, wo das Harnkanälchen beginnt. Von den niedern Wirbelthieren nahm man bisher nach dem Vorgange *Bowman's* an, dass ihre *Glomeruli* aus einem einzigen vielfach gewundenen Gefässe bestehen, es zeigte jedoch neulich *Hyrtl*, dass dieselben bei den Plagiostomen, Chimären, Stören und Cyclostomen ebenso gebaut sind, wie beim Menschen und den Säugern, und wird es daher nöthig, die übrigen Geschöpfe von Neuem zu untersuchen. Uebrigens sagt auch *Bowman* nicht, dass die *Vasa afferentia* bei den Vögeln und Amphibien nie sich theilen, sondern nur, dass sie diess »selten« thun.

Die *Vasa efferentia*, obschon aus Capillaren sich zusammensetzend, sind noch keine Venen, sondern der Bedeutung und zum Theil dem Baue nach kleine Arterien, die erst im weitern Verlaufe in das Capillarnetz der Niere sich auflösen, welches in der Rinde und in den Pyramiden seinen Sitz hat, und an beiden Orten ein etwas verschiedenes Verhalten zeigt. Am erstern Orte (Fig. 288 *d*) lösen sich die 0,004 — 0,008‴ dicken *Vasa efferentia* nach kurzem Verlaufe in ein sehr reiches Netz 0,002, 0,004 — 0,006‴ weiter Capillaren auf, welches mit rundlich eckigen, 0,005 — 0,015‴ weiten Maschen die gewundenen Kanälchen von allen Seiten umgibt und durch die ganze Rindensubstanz zusammenhängend zu denken ist. Von diesem Verhalten machen nur die ausführenden Gefässe der zunächst an die *Malpighi'schen* Pyramiden angrenzenden *Glomeruli* eine Ausnahme, indem dieselben, die regelmässig durch ihren bedeutenderen Durchmesser (von 0,01 — 0,016‴) sich auszeichnen, nicht in der Rinde, sondern in den Pyramiden sich ausbreiten, und durch ihren langgestreckten Verlauf und ihre im Ganzen spärliche Verästelung sich auszeichnen. Dieselben (Fig. 288 *g*, 295 *ef*), die ich mit *Arnold* *Arteriolae rectae* nennen will, dringen nämlich im ganzen Umfange der Pyramiden gerade zwischen die *Bellin.* Röhrchen ein, laufen unter wiederholten spitzwinkligen Theilungen und allmählich bis zu 0,004 — 0,01‴ verschmälert gegen die Papillen herab, und gehen schliesslich in diesen und auch im Innern der Marksubstanz — am letzten Orte

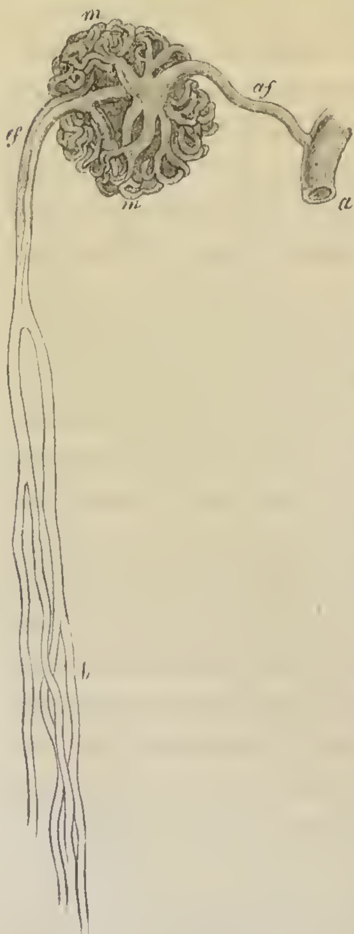


Fig. 295.

Fig. 295. *Glomerulus* aus dem innersten Theile der Rinde der Niere des Pferdes nach *Bowman*. *a. Art. interlobularis*, *af. Vas afferens*, *mm. Glomerulus*, *ef. Vas efferens sive arteriola recta*, *b.* Theilungen derselben in der Marksubstanz. Vergr. 70.

entweder mit ihren Enden oder durch rechtwinklig abgehende Zweigchen — in die 0,003—0,004''' messenden Capillaren dieser Region über, die durch ihre geringere Zahl und die langgezogene Form der Maschen ihres Netzes sehr wesentlich von denen der Rinde sich unterscheiden, jedoch an der Grenze der Pyramiden unmittelbar mit denselben verbunden sind. Die Nierenvenen beginnen an zwei Orten, nämlich an der Oberfläche des Organs und an der Spitze der Papillen. Dort sammeln sich aus den äussersten Theilen des Capillarnetzes der Rinde kleine Venenwürzelchen, welche zum Theil regelmässig die einzelnen Rindenläppchen umgeben und zwischen denselben sternförmig *(Stellulae Verheynii)* zu etwas grösseren Wurzeln zusammentreten, zum Theil auch über mehrere oder viele Läppchen sich erstreckend, zu stärkeren Stämmchen sich ansammeln. Beiderlei Venen treten dann als *Venae interlobulares* in die Tiefe, verlaufen mit den gleichbenannten Arterien zwischen den Rindenfascikeln weiter, um, wenn sie durch Aufnahme noch vieler anderer Venenwürzelchen aus dem Innern der Rinde sich verstärkt, unmittelbar oder zu etwas grösseren Stämmchen geeint unter meist rechten Winkeln in die grösseren Venen überzugehen. Diese liegen neben den grössern Arterien am Umfange der Pyramiden und führen schliesslich in grosse, wie alle Nierenvenen klappenlose Venen, die in einfacher Zahl neben den Arterien gelegen, wie diese die Nieren verlassen. Vorher nehmen dieselben jedoch noch ausser denen der *Columnae Bertini* die Venen der Pyramiden auf, die mit einem hübschen, die Oeffnungen der Harnkanälchen an den Papillen umgebenden Netze, zum Theil auch mit Schlingen, d. h. in unmittelbarer Verbindung mit den Enden der *Arteriolae rectae*, beginnen, im Aufwärtssteigen zwischen den *Tubuli recti* durch zutretende Würzelchen sich verstärken und mit den Arterien der Pyramiden, den *Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* oder den *Arteriolae rectae*, zu stärkern, besonders zwischen den *Ferrein*'schen Pyramiden gelegenen Gefässbündeln geeint, in die bogenförmig die Pyramiden umziehende stärkere Venenverästelung einmünden.

Die Gefässe der Nierenhüllen entspringen zum Theil von der *Art. renalis* vor ihrem Eintritte in den *Hilus* und von den Nebennieren- und Lendenarterien, zum Theil sind dieselben Aeste der *Arteriae interlobulares*, welche, nachdem sie die *Malpighi*'schen Körperchen versorgt haben, hie und da mit feinen Ausläufern noch an die fibröse Hülle gelangen und ein weitmaschiges Capillarnetz in ihr erzeugen, das auch mit dem der sogenannten *Capsula adiposa* zusammenhängt.

Von Saugadern besitzt die Niere verhältnissmässig wenige. Dieselben verlaufen im Innern längs der grösseren Gefässe und scheinen nicht weiter zu reichen, als bis zu den *Vasa interlobularia*. Im *Hilus* vereinen sich dieselben zu einigen Stämmchen, welche noch Saugadern aus dem Nierenbecken aufnehmen, und dann in die Lendendrüsen einmünden. Oberflächliche Saugadern, welche die ältern Anatomen (*Nuck*, *Cruikshank*, *Mascagni* u. A.) beschreiben, habe ich ausser in der Fettcapsel noch nicht gesehen, ohne dieselben gerade läugnen zu wollen.

Die Nierennerven vom *Plexus coeliacus* des *Sympathicus* sind ziemlich zahlreich, bilden ein die Arterie umstrickendes Geflecht, haben noch ei-

nige Knötchen im *Hilus* und lassen sich mit den Gefässen bis zu den Interlobulararterien verfolgen. Wo und wie dieselben enden, ist unbekannt.

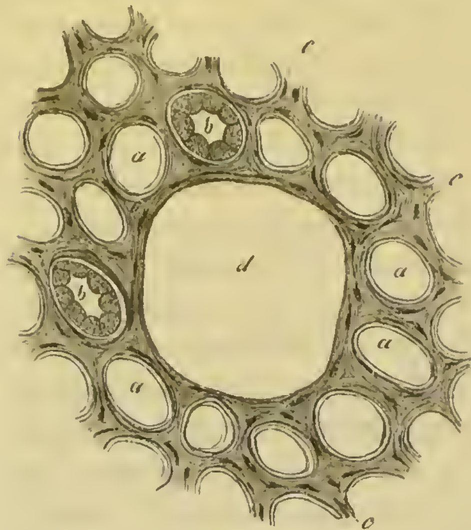


Fig. 296.

Alle feineren Gefässe der Niere werden von einer Bindesubstanz getragen, die zugleich als *Stroma* für die absondernden Elemente dient, und in der Marksubstanz viel entwickelter ist als in der Rinde. Nach meinen neuesten Untersuchungen besteht dieses *Stroma* aus einem äusserst dichten und feinen Netze von Bindegewebskörperchen ohne fibrilläres Bindegewebe, und schliesst sich somit aufs Innigste der Bindesubstanz des centralen Nervensystems, sowie dem *Reticulum* der Milz u. s. w. an. Das Netz ist so dicht, dass dasselbe zusammenhängende, so zu sagen undurchbrochene Platten zwischen den Gefässen und Harnkanälchen bildet, welche namentlich mit den ersteren aufs Innigste zusammenhängen. — An der Oberfläche der Niere verdichtet sich das *Stroma* zu einem oft recht deutlichen Häutchen von 0,01—0,02''' Dicke, das mit der Faserhaut nur locker zusammenhängt, das oberflächliche Capillarnetz zum Theil trägt und durch viele zarte Fortsätze mit dem innern *Stroma* zusammenhängt.

Ueber die Verbreitung der Nierenarterie hat *Virchow* vor einigen Jahren Angaben gemacht, die von den bisherigen Annahmen, die von *Arnold* ausgenommen, wesentlich abweichen. *Virchow* will zwar nicht läugnen, dass *Vasa efferentia* selbst oder doch mit ihren capillären Ausläufern in die Marksubstanz übergehen, doch sind nach ihm die *Arteriolae rectae* keine solchen Fortsetzungen, vielmehr stammen dieselben unmittelbar aus der Nierenarterie, und zwar meist von Zweigen, die zugleich Knäuel tragende Aeste haben. Hiergegen habe ich zu bemerken, 1) dass es sowohl für Säugethier- als menschliche Nieren nicht bezweifelt werden kann, dass alle an die Marksubstanz grenzenden *Glomeruli* ihre *Vasa efferentia* als wirkliche *Arteriolae rectae* an die Marksubstanz abgeben, was ich Jedem durch Präparate belegen kann; 2) dass die *Arteriolae rectae* auch beim Menschen in gesunden Nieren in grosser Menge in den von mir angegebenen Grössen vorkommen, während *Virchow* dieselben zu 0,03—0,04''' angibt. Auch *L. Beale*, der *Virchow's* Angaben ebenfalls geprüft hat, gibt zu, dass die »meisten« (*most*) der *Arteriolae rectae* aus den *Malpighi*'schen Körperchen stammen, doch lässt er allerdings auch manche derselben unmittelbar von den Arterien herkommen, wie *V.* Hiervon habe ich mich bei einer grösseren Zahl neuerdings vorgenommener Einspritzungen der Niere nicht zu überzeugen vermocht, und möchte ich mir die Frage erlauben, ob nicht die *Venulae rectae*, die bei guten Füllungen der Pyramiden immer auch Masse aufnehmen, zu Verwechselungen Veranlassung gegeben haben. Bei Einspritzungen der Nierenarterie füllen sich häufig nur die *Glomeruli* und die Pyramiden nicht, und letztere überhaupt nur dann, wenn die *Glomeruli* vorher gefüllt waren. Mikroskopische Untersuchung der letzteren Fälle zeigte mir nur das Bekannte und keine *Vasa recta*, die von Gefässen stammten, über deren arterielle Natur keine Zweifel herrschen konnten. Eine neue Ansicht über die *Arteriolae rectae* hat *Henle* aufgestellt, der ich auch nicht beipflichten kann. *Henle* glaubt nämlich, dieselben entstünden durch Zusammenfluss der Capillaren der Rinde, und

Fig. 296. Querschnitt durch einige gerade verlaufende Kanälchen der Rinde, 350mal vergr. Vom Menschen. *a.* Querschnitte von Harnkanälchen, deren *Membrana propria* allein erhalten ist, *b.* solche, wo das Epithel noch vorhanden ist, *c.* Zwischengewebe mit länglichen Kernen, welches hier grösstentheils aus den nicht eingespritzten Blutgefässen besteht, *d.* Lücke, die ein *Malp.* Körperchen enthielt.

zwar weil er an Nieren, bei denen die Masse von den Harnkanälchen aus in die Capillaren der Rinde ausgetreten war, die *Glomeruli* leer, die *Vasa recta* aber gefüllt sah. Da jedoch die *Arteriolae rectae* durch die Capillaren der Pyramiden mit denen der Rinde zusammenhängen, so ist *Henle's* Schluss nicht beweisend, ganz abgesehen davon, dass er nicht dargethan hat, dass das, was gefüllt war, nicht die *Venulae rectae* waren.

Von neueren Forschern nehmen *L. Beale* und *Beer* Verbindungen der feineren Arterien der Niere an, von denen mir noch nichts zu Gesicht gekommen ist.

Das *Stroma* der Niere, obgleich mehrfach untersucht, ist doch noch von Niemand in seiner wahren Natur erkannt worden, am wenigsten von *L. Beale*. An in Alkohol und Chromsäure erhärteten Nieren sieht man die Zellennetze am besten, und zwar an ausgepinselten Längsschnitten, doch bitte ich zu beachten, dass es sich hier um eine sehr feine und schwer zu erkennende Bildung handelt. Die sternförmigen Bindegewebskörperchen zwar sind verhältnissmässig leicht zu sehen, aber zu erkennen, dass die scheinbar hellen Platten, die sie tragen, nur aus Netzen ihrer Ausläufer bestehen, ist schwer und noch am leichtesten bei jungen Geschöpfen. Von den stärkeren Ausläufern der Zellen ist mir aufgefallen, dass dieselben häufig quer zur Längsaxe der Gefässe stehen und da und dort den Anschein geben, als ob die Gefässe eine querstreifige Hülle besässen.

§. 191.

Ableitende Harnwege. Der Harnleiter, das Nierenbecken und die Nierenkelche bestehen alle aus einer äussern Faserhaut, einer glatten Muskellage und einer Schleimhaut. Die erstere, aus gewöhnlichem Bindegewebe und elastischen Fasern vorzüglich der feinern Art gebildet, geht da, wo die Nierenkelche die Papillen umfassen, in die Faserhülle der Niere über. Die Muskellage ist in den Harnleitern sehr deutlich mit äussern queren und innern längsverlaufenden Fasern *(Henle)*, zu denen mit Ausnahme der obersten Theile des Kanales noch äussere Längsfasern kommen. Im Nierenbecken sind die zwei Muskelschichten noch eben so mächtig wie im *Ureter*, während sie in den Kelchen immer mehr sich verdünnen und, wo dieselben an die Papillen sich ansetzen, enden. Die Schleimhaut aller dieser Theile ist dünn, ziemlich gefässreich, ohne Drüsen und Papillen und setzt sich sehr verfeinert (von 0,05 — 0,01''' ohne Epithel) auch auf die Nierenpapillen fort, wo sie mit dem innern *Stroma* derselben untrennbar sich verbindet. Ihr Epithel von 0,02 — 0,04''' Dicke ist geschichtet und zeichnet sich durch die wechselnde Form und Grösse seiner Elemente aus, die in der Tiefe rundlich und klein, in der Mitte walzen- oder kegelförmig von 0,01 — 0,02''' Länge, an der Oberfläche rundlich vieleckige, 0,006 — 0,04''' grosse Zellen oder mehr abgeplattete, bis 0,02''' erreichende Plättchen sind. Auffallend ist das häufige Vorkommen

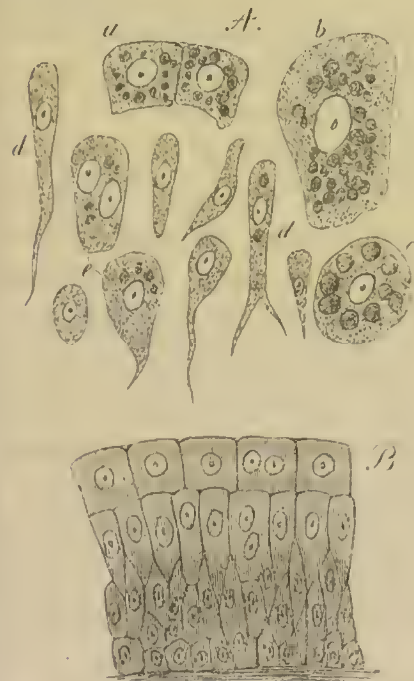


Fig. 297.

Fig. 297. Epithel des *Pelvis renalis* vom Menschen, 350mal vergr. *A.* Zellen desselben für sich. *B.* Dieselben *in situ*. *a.* Kleine, *b.* grosse Pflasterzellen, *c.* eben solche mit kernartigen Körpern im Innern, *d.* walzen- und kegelförmige Zellen aus den tieferen Lagen, *e.* Uebergangsformen.

von zwei Kernen in diesen Zellen, sowie von hellen, mässig dunkelbegrenzten runden Körnern von 0,001—0,002''', die manchmal fast das Ansehen von Kernen annehmen.

Die Harnblase besitzt, abgesehen von ihrem Peritonaealüberzuge, dieselben Häute, wie der *Ureter*. Die Muskelhaut, deren Bündel nach *Treitz* an mehrfachen Orten elastische Sehnen haben, zeigt äusserlich die bekannte Längsfaserschicht *(Detrusor urinae)* mit mehr gleichlaufenden Bündeln, von der aus einzelne Fasern auf den *Urachus*, von dem nach *Luschka* mehr weniger veränderte hohle Reste auch beim Erwachsenen sich finden, sich fortsetzen, darunter ein Flechtwerk schiefer und querer, stärkerer und schwächerer wirklich netzförmig verschmolzener Bündel, welche die Schleimhaut nicht ganz vollständig bedecken und am Blasenhalse in eine starke zusammenhängende Ringsfaserlage *(Sphincter vesicae)* übergehen. Das *Corpus trigonum* am Blasengrunde, zu dem auch die sogenannte *Uvula vesicae (Valv. vesico-urethralis, Amussat)* am Anfange der Harnröhre gehört, ist eine starke, unmittelbar unter der Schleimhaut gelegene Schicht von weissgelblichen Fasern, die mit den die Muskelhaut der Blase durchsetzenden Längsmuskelfasern der Ureteren zusammenhängt und vorzüglich der Länge nach ziehende, z. Th. auch quere feine elastische Elemente, Bindegewebe und glatte Muskelfasern enthält. *V. Ellis* nennt diese Lage: submucöse Muskelschicht der Blase, und lässt sie noch über das *Trigonum* hinaus eine Strecke weit nach oben verlaufen. Die blasse, glatte und mässig dicke Schleimhaut hat ausser am *Trigonum* eine reichliche submucöse Schicht, und bildet daher bei zusammengezogener Blase viele Falten. Dieselbe ermangelt der Zotten, ist ziemlich reich an Gefässen, besonders am Blasengrunde und Halse, weniger an Nerven, die jedoch besonders am *Fundus* und *Cervix*, wo sie häufiger sind, noch als dunkelrandige feine und mitteldicke Fasern in ihr sich erkennen lassen, und wird von einem 0,03 — 0,05''' dicken, geschichteten Epithel überzogen, dessen Elemente in der Tiefe in der Regel spindel-, kegel- oder walzenförmig, höher oben rundlich vieleckig oder abgeplattet sind, und an Unregelmässigkeit denen des Nierenbeckens nicht nachstehen, wozu namentlich die häufig vorkommenden mehrfachen Vertiefungen an der untern Fläche der obersten Zellen zur Aufnahme der Enden der tieferen länglichen Zellen viel beitragen, indem hierdurch eigenthümlich sternförmige und zackige Formen entstehen. Im Blasenhalse und gegen den Grund zu finden sich kleine Drüsen in Form einfacher birnförmiger Schläuche oder kleiner Träubchen von solchen (einfach traubige Drüschen). Dieselben haben bei einer Grösse von 0,04 — 0,24''', Oeffnungen von 0,02 — 0,05''', ein cylindrisches Epithel und einen hellen Schleim als Inhalt. In pathologischen Fällen sind dieselben nach *Virchow* hie und da vergrössert und mit weisslichen Schleimpfröpfen gefüllt.

Die Harnröhre des Mannes wird bei den Sexualorganen besprochen werden. Die des Weibes besitzt 1) eine röthliche Schleimhaut mit vielen Gefässen, namentlich sehr entwickelten Venennetzen im submucösen Gewebe (die *Kobelt* ohne Grund als ein *Corpus spongiosum* beschrieben hat) und einem geschichteten Pflasterepithelium in der Tiefe mit länglichen Zellen, wie in der Blase, und 2) eine äussere Muskellage, die aus einer mit der *Mucosa* zusammenhängenden, mit viel Bindegewebe und elastischen Fasern unter-

mengten dünnen Schicht der Länge und der Quere nach ziehender glatter Muskeln und der mächtigen, vorzüglich der Quere nach verlaufenden Masse des *Musculus urethralis* besteht. Eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer traubiger Schleimdrüschen (*Littre*'sche Drüsen), im Baue denen der Blase gleich, nur meist grösser und zusammengesetzter, ergiessen in die Harnröhre ihren Saft. Hie und da findet man dieselben bis zu 2''' vergrössert, die Schleimhaut wulstig vortreibend und in ihren ausgedehnten Schläuchen mit einer colloidartigen Masse, ja selbst mit Concretionen ähnlich den Prostatasteinen gefüllt.

Die Absonderung des Harnes geht bei den höheren Geschöpfen ohne Zellenbildung und Zellenauflösung vor sich, und daher enthält auch der regelrechte eben ausgeschiedene Harn, mit Ausnahme einzelner Fetttröpfchen (*Lang*), keine Formelemente. Nur zufällig finden sich in demselben Epithelzellen aus den ableitenden Harnwegen, besonders der Blase und *Urethra*, dann fast immer Schleim von denselben Orten stammend als Wölkchen oder leichten Satz hie und da mit Schleimkörperchen, endlich Samenfäden, nach Samenentleerungen. Bei Entzündungen, Blutungen, Exsudationen, Fettbildung in den Nieren zeigen sich Eiterkörperchen, Fetttröpfchen, Blutkügelchen, Blut- und Faserstoffcoagula als Abgüsse der Harnkanälchen, in Gestalt länglicher Pfröpfe, Epithel der Harnkanälchen einzeln oder in zusammenhängenden Strängen oder Schläuchen. Sehr leicht bilden sich in Folge von Zersetzungen Absätze der Salze des Harns. Jeder regelrechte Harn geht bei mittlerer Temperatur unter Einwirkung des in ihm enthaltenen Schleimes nach einiger Zeit in saure Gährung über und bildet, während Gährungs- und Fadenpilze sich erzeugen, durch Zersetzung des Harnfarbstoffes Milch- oder Essigsäure, wodurch Harnsäure aus ihren Verbindungen frei wird und in Form rhombischer oder prismatischer, durch den Harnfarbstoff gelb oder röthlich gefärbter Krystalle sich niederschlägt. Früher oder später schwindet die Säure, der Harn wird durch Zersetzung des Harnstoffes, vielleicht auch der Farbstoffe ammoniakhaltig und alkalisch, und treten grosse farblose pyramidale Prismen oder sternförmig gruppirte, in Essigsäure lösliche Nadeln von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia (Tripelphosphat) auf, die mit vielen Infusorien (Vibrionen und Monaden) gemengt, ein oberflächliches Häutchen und mit Körnern von harnsaurem Ammoniak, auch wohl kohlensaurem Kalk einen weissen Satz bildet. Unter noch unbekannten Verhältnissen und selten erscheinen im Harn die sechsseitigen Prismen des Cystins, häufiger, besonders nach kohlensäurehaltendem Getränk, auch bei Schwangern, die in Essigsäure unlöslichen Octaeder von oxalsaurem Kalk. Ist die Harnsäure vermehrt, wie nach Genuss stickstoffreicher Nahrung, beim Mangel an Bewegung, nach Störung der Verdauung, in Fiebern etc., so bildet sich schon beim Erkalten des Harns ein mehr oder minder reichlicher gelblicher Satz von harnsaurem Natron in Form von isolirten oder haufenweise beisammen liegenden Körnchen, die beim Erwärmen sich lösen. Beginnt nun die saure Gährung, so scheiden sich dann oft die bedeutendsten Ablagerungen gefärbter Harnsäurekrystalle (ziegelrothe Absätze) aus. Bei Blasenleiden geht der Harn oft rasch in Alkalescenz über, und dann zeigen sich gleich die erwähnten Tripelphosphatkrystalle, die auch bei Schwangern sehr häufig sich finden und anfangs in Form des oben erwähnten Häutchens für einen besonderen Stoff (Kiesteïn) gehalten wurden.

Untersuchung der Nieren. Die Harnkanälchen sind durch Zerzupfen leicht für sich darzustellen und werden Epithel, *Membrana propria* und Lumen deutlich erkannt, wenn zur Befeuchtung Blutserum oder Eiweisslösung genommen wird. Neben ganzen Kanälchen finden sich in jedem Präparate viele Epithelzellen einzeln und in Haufen, ja selbst, vor Allem in den Pyramiden, als zusammenhängende lange Röhren; eben so häufig kommen kürzere oder längere Schläuche der *Membrana propria* vor, die, wenn sie stark gefaltet sind, nicht immer gleich erkannt werden. Bei der Erforschung der Pyramiden verwechsle man die ungemein zahlreichen Gefässe oder deren herausgetretenes Epithel nicht mit *Bellini*'schen Röhrchen oder deren Epithel. Der Zusammenhang der Harnkanälchen

mit den *Malp.* Capseln ist an Frosch- und Fischnieren bei vorsichtigem Zerzupfen leicht zu finden, aber auch bei Säugethieren wird man selten vergebens darnach forschen, wenn man feine Schnitte erhärteter und besonders eingespritzter Stücke durchgeht. In neuerer Zeit sind zur Darstellung dieser Verbindung eine Reihe Mittel angewendet worden, welche auch die Harnkanälchen von einander trennen, so eine Mischung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure (*Uechtritz*), eine concentrirte Kalilösung (*Moleschott*), concentrirte Salzsäure (*Henle*). Die *Glomeruli* selbst erkennt man häufig bei natürlicher Einspritzung, noch besser nach künstlicher Füllung, die mit jeder feinen Masse von den Arterien aus sehr leicht gelingt. Bei solchen Einspritzungen füllt sich auch, wenn sie gerathen, das ganze Capillarnetz der Rinde und der Pyramiden, und lässt sich dann auf senkrechten Schnitten namentlich dieser Theil des Circulationsapparates sehr genügend erkennen. Hierzu nehme man noch von den Venen aus eingespritzte Nieren, an denen sich nur die Capillarnetze, nicht aber die *Glomeruli* füllen, und zur Erforschung der *Vasa efferentia* von den Arterien aus nicht ganz vollständig gefüllte Drüsen. Den Verlauf der Harnkanälchen untersucht man an feinen Schnitten durch Alkohol, Kochen in verdünnter Salpetersäure und Trocknen (*Wittich*), oder durch Chromsäure erhärteter Nieren, die man durch Essigsäure aufhellt, oder an mit dem Doppelmesser gemachten Schnitten frischer, auch eingespritzter Nieren, an denen man die wichtigsten Verhältnisse, selbst die Theilungen der *Bellini*'schen Röhrchen erkennt, doch ist es immer noch dienlich, die Harnkanälchen einzuspritzen, wozu von Säugethieren das Pferd am besten sich eignen soll. Diess kann geschehen einmal durch zufällige Extravasatbildung in den *Malp.* Capseln beim Füllen der Arterien, wobei, wenn das Einspritzen länger und vorsichtig ausgeführt wird, sehr häufig nicht nur die gewundenen, sondern auch die geraden Kanälchen sich füllen und die Masse zum *Ureter* abfliesst, und zweitens durch Einspritzung vom *Ureter* aus unter Mitwirkung der Luftpumpe (*Huschke, Isis* 1826) oder indem man, während das Nierenbecken fortwährend nachgefüllt wird, durch Kneten desselben mit der Hand die Masse in die *Bellini*'schen Röhrchen und weiter zu treiben sucht (*Cayla*).

Literatur. *M. Malpighi, De renibus,* in *Exercit. de visc. struct.*; *Al. Schumlansky, Diss. de structura renum, c. tab.* Argentor. 1782. 4.; *W. Bowman, On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney,* in *Phil. Trans.* 1842. I. p. 57; *C. Ludwig,* Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg 1843, und Art. »Niere«, in *Wagn.* Handw. II. S. 628; *J. Gerlach,* in *Müll.* Arch. 1845 und 1848; *Kölliker,* in *Müll.* Arch. 1845; *Remak,* in *Fror.* N. Not. Nr. 768. 1845. S. 308; *F. Bidder,* in *Müll.* Arch. 1845, und Untersuchungen über die Geschlechts- u. Harnwerkzeuge der Amphibien. Dorpat 1848; *J. Hyrtl,* in Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1846; *C. v. Patruban,* in Prag. Viertelj. 1847. III; *G. Johnson,* Art. »*Ren*«, in *Cycl. of Anat.* Mai 1848; *V. Carus,* in Zeitschr. f. wiss. Zool. II. S. 61; *v. Wittich,* in Arch. f. path. Anat. III. 1. 1849; *v. Hessling,* in *Fror.* Not. 1849. S. 264, und Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion. Jena 1851; *Frerichs,* Die *Bright*'sche Nierenkrankheit. 1851; *Viner Ellis, On the musc. struct. in the urinary and certain of the general. org.,* in *Med.-chir. Trans.* 1857. p. 327; *Virchow,* Bemerk. üb. d. Circulationsverh. in den Nieren, in Arch. f. path. Anat. XII. S. 310; *C. E. Isaacs,* Zur fein. Anat. d. Niere, aus d. *New-York Journal,* in *Schmidt's* Jahrb. 1857. S. 155, und im *Journal de la physiologie.* I. p. 577; *A. Ecker's, Icon. phys.* Tab. VIII; *L. Beale, On some points in the anatomy of the kidney,* in *Arch. of med.* III. p. 225. IV. p. 300; *G. Burckhardt,* Das Epithelium der ableitenden Harnwege, in *Virch.* Arch. XVII. S. 122; *A. Beer,* Die Bindesubstanz der menschlichen Niere im gesunden und kranken Zustande. Berlin 1859; *H. de Schmid, De ves. ur. collo non exstante atq. d. org. ill. tun. muscul.* Dorpat 1859 *Diss.*; *J. T. M. Schmidt, De renum structura quaestiones.* Gött. 1860. *Diss.*; *Moleschott,* Ein histochemischer u. ein histol. Beitr. z. Kenntniss der Nieren, in s. Unters. z. Naturl. Bd. VIII. S. 213; *V. Ellis, Res. into the nature of the involuntary musc. tissue of the Urin-Bladder,* in *Phil. Trans.* 1860. p. 469; *Hyrtl,* Ueber die Nierenknäuel der Haifische, in Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien. 1861; *A. Meyerstein,* Ueber die *Bowman*'schen Kapseln, in Zeitschr. f. rat. Med. 1862. Bd. XV. S. 180; *Henle,* in Gött. Nachr. 1862. Nr. 1 u. 7, und Zur Anatomie der Nieren. Gött. 1862, aus d. Abh. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Bd. X; *Luschka,* Ueber den Bau des menschlichen Harnstranges, in *Virch.* Arch. XXIII. S. 1. — Ausserdem sind zu vergleichen die bekannten Handbücher der Anatomie, besonders die von *Henle, Valen-*

tin, *J. Müller* und mir, die Schriften über Entwickelungsgeschichte, besonders *Valentin*, *Rathke* Abh. z. Entw. II. S. 97 und *J. Müller*, *De gland. sec. structura*, und endlich die Jahresberichte von *Reichert*, 1846 u. 1849.

Von den Nebennieren.

§. 192.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe, die im Baue noch am meisten den Blutgefässdrüsen sich anschliessen und mit Bezug auf ihre Verrichtung gänzlich unbekannt sind. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen aber dünnen bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgibt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Gewebe sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*, ist derber, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{2}'''$ dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist grösstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Drittheile gewöhnlich in Braungelb oder Braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite helle Schicht und einen schmalen dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist regelrecht heller als die Rinde, und zwar grauweiss mit einem Stiche ins Röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Festigkeit ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr, als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am obern äussern Ende des Organes sehr unbedeutend ($\frac{1}{6}$—$\frac{1}{3}'''$), in der Mitte dagegen und an der untern innern Hälfte steigt dieselbe bis zu 1, selbst $1\frac{1}{2}'''$ an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los, und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Mark enthalten ist, welches jedoch in selteneren Fällen ebenfalls zerfällt.

§. 193.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das, im Zusammenhange mit der Hülle und von ihr ausgehend, mit dünnen untereinander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht, und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 0,016—0,02, selbst 0,03''' Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse, die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschreibt und innerhalb einer zarten Haut eine körnige, mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten lässt. Ich habe jedoch in diesen Rindencylindern, wie ich sie nennen will, in den meisten Fällen nichts anderes als rundlicheckige Zellen von 0,006—0,012''' gesehen und glaube ich, dass *Ecker* durch das selte-

nere Vorkommen wirklicher Schläuche sich hat bewegen lassen, die dichten im Innern der Rinde vorkommenden Haufen der genannten Zellen, die von 0,024—0,048—0,06‴ Länge besitzen, für besondere Schläuche zu halten.

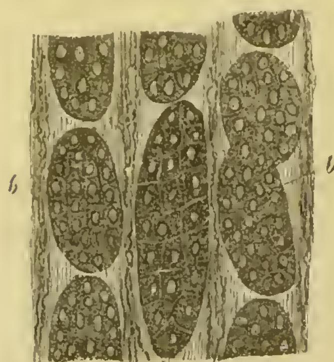


Fig. 298.

Es sind nämlich die Rindenzellen, die an der innern und äussern Oberfläche der Rinde mehr vereinzelt in den Fächern zu finden sind, im Innern zu länglichrunden oder walzenförmigen Massen fest vereint, an denen häufig die Umrisse der Zellen zu einer einzigen Gesammtbegrenzung zusammenfliessen. Nie wollte es mir jedoch gelingen, eine andere die Zellen umschliessende Hülle als das Bindegewebe der entsprechenden Fächer zu finden, und fast immer gelang auch durch Druck oder Zusatz von Alkalien die Darstellung der Zellen, ohne dass ein besonderer Schlauch zum Vorschein kam. Wirkliche Schläuche sah ich bisher nur in den innern Theilen der Rinde, als 0,02—0,03‴ grosse runde oder länglichrunde Blasen, in deren Innern keine Zellen, wie sie die Rindencylinder bilden, sondern nur ein Haufen von Fetttropfen zu erkennen war und die ich für vergrösserte Zellen zu halten geneigt bin.



Fig. 299.

Der Inhalt der Rindenzellen besteht aus feinen Körnern einer stickstoffhaltigen Substanz, dazu kommen aber fast immer eizelne Fettkörnchen, die in vielen Fällen (bei gelber Rindensubstanz) in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Zellen ganz erfüllen, welche dann Leberzellen aus Fettlebern täuschend ähnlich sehen. In der braunen Lage der Rinde sind die Zellen mit braunen Pigmentkörnchen ganz gefüllt.

Die Marksubstanz hat ebenfalls ihr *Stroma* von Bindegewebe, welches als Ausläufer der Rindenblätter mit meist zartern Bündeln das ganze Innere durchzieht und ein Netzwerk mit ziemlich engen rundlichen Maschen darstellt. In denselben liegt eine blasse feinkörnige Masse, in der ich beim Menschen bei sorgfältiger Behandlung und in frischen Stücken fast immer blasse Zellen von 0,008—0,016‴ erkenne, die durch ihren feinkörnigen, hie und da mit einigen wenigen Fett- oder Pigmentkörnchen versehenen Inhalt, ihre häufig sehr schönen Zellenkerne mit grossen *Nucleoli*, ihre eckigen Formen und hie und da vorkommende, ein- oder mehrfache, selbst verästelte Ausläufer, an die Nervenzellen der Centralorgane erinnern, ohne jedoch mit Bestimmtheit als solche angesprochen werden zu können.

Fig. 298. Ein Stückchen eines senkrechten Schnittes durch die Rinde der Nebenniere des Menschen. *a.* Scheidewände von Bindegewebe, *b.* Rindencylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen mehr oder weniger deutlich ist. Vergr. 300.

Fig. 299. Aus der Nebenniere des Menschen. *a.* Fünf mit blassem Inhalt gefüllte Zellen von der Spitze eines Rindencylinders, *b.* pigmentirte Zellen aus der innersten Schicht der Rinde, *c.* fetthaltige Zellen aus einer gelben Rindenschicht, *d.* eine grössere mit Fett gefüllte Cyste aus einer solchen Rinde (Drüsenschlauch, *Ecker*), *e.* Zellen aus der Marksubstanz, zum Theil mit Fortsätzen. Vergr. 350.

Nach *Luschka* (Hirnanhang und Steissdrüse, S. 9) stehen die Zellen der Marksubstanz durch ihre Fortsätze im Zusammenhange und gehen mit solchen auch in unzweifelhafte Nervenfasern aus.

§. 194.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Nebennieren sind zahlreich, liegen in dem bindegewebigen *Stroma* und bilden zweierlei Capillarnetze, eines in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Marke mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien (*Phrenica*, *Coeliaca*, *Aorta*, *Renalis*) und dringen theils unmittelbar ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letztern zahlreicheren überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes, und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Capillarnetz. Dann senken sie sich, in viele feine Zweige aufgelöst, in die Scheidewände der Rinde ein, verlaufen in diesen, immer feiner werdend, gerade gegen das Mark zu, und hängen unterwegs durch ziemlich zahlreiche Querverbindungen zusammen, so dass die Rindencylinder von allen Seiten von Blut umgeben sind. Die Enden dieser Gefässe gelangen bis ins Mark und bilden in demselben gemeinschaftlich mit den unmittelbar in dasselbe eindringenden Arterien (von denen jedoch nach *Nagel* beim Schafe einzelne aus dem Marke ganz an die Rinde gehen) ein reicheres Capillarnetz etwas stärkerer Gefässe. Die Venen entspringen vorzüglich aus diesem letztern Capillarnetze und vereinen sich innerhalb der Marksubstanz zur Hauptvene des Organs, der *V. suprarenalis*, die an der vordern Fläche aus dem sogenannten *Hilus* hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die Nieren- und Zwerchfellsvenen und in die untere Hohlvene einmünden. — Von Lymphgefässen habe ich bisher nur einige Stämmchen an der Oberfläche des Organs, dagegen keine im Innern oder aus demselben herauskommende gesehen. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* einem kleinen Theile nach auch aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. Ich zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $1/5 - 1/10'''$, 5 von $1/14 - 1/20'''$, 7 von $1/25 - 1/33'''$ und 13 von $1/45 - 1/50'''$, und fand dieselben ohne Ausnahme nur oder doch ungemein vorwiegend aus dunkelrandigen feineren und mitteldicken, selbst dicken Nervenröhren gebildet, weisslich oder weiss und mit einzelnen grössern und kleinern Ganglien besetzt, die, wie *Vir-*



Fig. 300.

Fig. 300. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15mal vergr., mit Natron behandelt. *a.* Rinde, *b.* Mark, *c.* Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben, *d.* drei eintretende Nervenstämme, *e.* Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

chow neulich fand, selbst noch im Innern des Organes vorkommen können. Dieselben treten besonders an die untere Hälfte und den innern Rand des Organs heran, und scheinen alle für die Marksubstanz bestimmt zu sein, in der man, wenigstens bei Säugethieren, in die Bindegewebsbalken eingeschlossen ein äusserst reichliches Netz dunkelrandiger feinerer Röhren findet, ohne dass irgendwo Endigungen zu erkennen sind. Beim Menschen ist das Mark gewöhnlich so verändert, dass man die Nerven nur bis zum Eintritte in dasselbe, nicht aber in ihrer weiteren Verbreitung zu verfolgen im Stande ist.

Zur Untersuchung der Nebenniere wähle man vor Allem grössere Säugethiere und dann erst den Menschen. Die Rinde ist leicht zu erforschen, wenn ihre Elemente wenig Fett enthalten, und empfehlen sich vor Allem feine senkrechte Schnitte frischer oder in Alkohol und Chromsäure erhärteter Nebennieren, die man durch etwas Natron aufhellt oder auspinselt. Die Marksubstanz zerfällt auch bei Thieren sehr leicht, so dass ihre Elemente nicht oder nur zum Theil in ihren regelrechten Verhältnissen sichtbar werden, doch sieht man dieselben hie und da ohne Weiteres recht hübsch, ebenso an Chromsäurepräparaten. Die Nerven findet man bei Thieren auf feinen Schnitten nach Natronzusatz äusserst leicht und lässt sich, wenn man gerade an den äusserlich sichtbaren Eintrittsstellen derselben einschneidet, ihr Durchströmen durch die Rinde leicht zur Anschauung bringen. Für die Gefässe müssen, am besten beim Schafe oder Spanferkel, Einspritzungen gemacht werden, die sowohl von der Arterie als der klappenlosen Vene aus leicht gelingen.

Literatur. *Nagel, Diss. sistens ren. succ. mammal. descript.* Berol. 1838, u. *Müll.* Arch. 1836; *C. Bergmann, Diss. de glandulis suprarenal., c. tab.* Gött. 1839; *A. Ecker*, Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den 4 Wirbelthierclassen. Braunschweig 1846, und Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagn.* Handw. d. Physiol. Bd. IV. 1849; *H. Frey*, Art. »*Suprarenal capsules*«, in *Todd's Cyclop. of Anat.* Oct. 1849; *Leydig*, in Beitr. z. Anat. d. Rochen etc. 1852, und in Anat. Unt. v. Fischen u. Rept. 1853; *B. Werner, De capsulis suprarenal.* Dorp. 1857. *Diss.; Vulpian*, in *Gaz. méd.* 1856. p. 656, 1857. p. 84, und *Gaz. hebd.* 1857. p. 665; *R. Virchow*, Zur Chemie der Nebennieren, im Archiv XII. 1857. S. 481; *G. Harley, The histology of the suprarenal capsules*, in *Lancet* 5. und 12. June 1858.

Von der Steissdrüse.

§. 195.

Die Steissdrüse, *Glandula coccygea. Luschka*, ist ein kleines rundliches, gelbröthliches, etwa 1‴ grosses Organ, welches an der Spitze des Steissbeines zwischen dem Ursprunge des *Sphincter ani externus* vom Steissbeine und der sehnigen Verbindung des *Levator ani* mit diesem Knochen seine Lage hat, und im Baue noch am meisten an den drüsigen Theil des Hirnanhanges und die Rinde der Nebenniere erinnert, ohne jedoch für einmal mit Bestimmtheit irgend einem Organe angereiht werden zu können.

Bezüglich auf den feineren Bau, so besteht die Steissdrüse aus einer gewissen Anzahl rundlicher Läppchen, welche durch ein derbes Bindegewebe mit zahlreichen Bindegewebskörperchen zusammengehalten werden. Jedes dieser Läppchen zeigt dann wiederum ein *Stroma* von einem solchen Bindegewebe, und in dieses eingebettet finden sich eine Menge Blasen und schlauchförmige Bildungen von sehr verschiedener Grösse und Form, deren histiologische Bedeutung nichts weniger als klar ist. Die Drüsenblasen, deren

Grösse nach *Luschka* von 0,04 — 0,12‴ schwankt, erinnern wohl an vergrösserte Mutterzellen, möchten aber doch wohl eher Zellenhaufen sein, wie diess für die Drüsenschläuche kaum zweifelhaft ist, welche als lange, gewundene, einfache oder ästige, selten gleichweite, sondern meist mit verschiedenartigen Auftreibungen und Einschnürungen versehene Gebilde auftreten. Blasen und Schläuche zeigen ausser einer von dichter anliegenden Theilen des *Stroma* gebildeten Bindegewebsscheide manchmal noch eine zarte gleichartige Hülle, ähnlich einer *Membrana propria*, andere Male entbehren sie einer solchen, immer aber ist der Inhalt vorwiegend aus rundlichen oder vieleckigen Zellen gebildet, die 0,006‴ kaum überschreiten und nichts Besonderes an sich tragen.

Die Steissdrüse ist ziemlich reich an Blutgefässen, deren Verbreitung jedoch nichts Besonderes zeigt. Auffallender ist die Menge der Nerven des Organes, die aus dem Ende des *Sympathicus* stammen, und im Innern des Organes mit einzelnen dunkelrandigen und vielen marklosen Nervenfasern Geflechte bilden, deren letzte Endigung noch unbekannt ist. Auch Ganglienzellen glaubt *Luschka* in einigen Fällen gesehen zu haben.

Die Steissdrüse wurde im Jahre 1859 von *Luschka* entdeckt und später von *Henle* und *W. Krause* bestätigt, denen auch ich mich anschliessen kann. Da das Organ für einmal noch gar nicht sicher zu deuten ist, so verweise ich für fernere Einzelnheiten auf *Luschka's* Arbeiten und füge nur noch Folgendes bei. Unter den Zellen der Hohlgebilde der Steissdrüse fand *L.* ausnahmsweise auch Flimmerzellen, auch wohl Zellen, die epithelartig aneinander gereiht waren, doch enthielten im letztern Falle die Hohlgebilde immer auch im Innern Zellen. *W. Krause* fand nur selten Blasen, meist Schläuche; die von *Luschka* für Bindegewebe erklärte Hülle derselben erklärt *K.* für aus glatten Muskeln bestehend, und hält demnach die Nerven für motorische. — Von den Möglichkeiten, an welche *Luschka* mit Bezug auf die Entwickelung der Steissdrüse gedacht hat (Beziehung zur *Chorda dorsalis*, zum untern Ende des Medullarrohres, zum *Sympathicus* und zum Mastdarme), halte ich für einmal die dritte für die wahrscheinlichste und erinnere ich an die von mir bei dreimonatlichen menschlichen Embryonen gefundene Bildungsmasse, die von den Nebennieren an zwischen Nieren und Hoden hinter dem Mastdarme abwärts sich erstreckt (Entw. Fig. 134. S. 271), aus der vielleicht neben dem Ende des *Sympathicus* auch die *Gl. coccygea* sich entwickelt. — Die Steissdrüse hat im Baue auch mit dem Organ von *Giraldès* einige Aehnlichkeit, doch sehe ich keine Möglichkeit, sie mit den Urnieren in Verbindung zu bringen. —

Steht die *Gl. coccygea* in ihrer Entwickelung mit dem *Sympathicus* im Zusammenhange, so ist dann eine Zusammenstellung derselben mit den Nebennieren gerechtfertigt. Aehnliche Bildungen scheinen übrigens noch mehr im Gebiete des Nervensystemes vorzukommen, und ist hier der Ort, noch an die von *Leydig* genauer beschriebenen sogen. Axillarherzen der Fische zu erinnern, so wie an ein neues, eben von *Luschka* entdecktes kleines Organ, die *Glandula carotica*. *L.* hat nämlich gefunden (Ueber die drüsenartige Natur des sogenannten *Ganglion intercaroticum*, in *Müll.* Arch. 1862. S. 405), dass das sogen. *Ganglion intercaroticum* ein mit dem Halssympathicus verbundenes drüsenartiges Organ ist, das eine grosse Aehnlichkeit im Baue mit der *Gl. coccygea* besitzt, und ebenfalls Drüsenblasen und Drüsenschläuche nebst zahlreichen Nervenplexus enthält. —

Literatur. *Luschka*, in *Virch.* Arch. Bd. XVIII. S. 106, und Der Hirnanhang und die Steissdrüse. Berlin 1860; *W. Krause*, Zur Anat. d. Steissdrüse, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. X. 1860. S. 293, und Anat. Unters. S. 98.

Von den Geschlechtsorganen.

A. Männliche Geschlechtsorgane.

§. 196.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen 1) aus zwei den Samen absondernden Drüsen, den Hoden, die nebst besondern Hüllen, den Scheidenhäuten, im Hodensacke enthalten sind, 2) aus den Ausführungsgängen derselben, den Samenleitern und Ausspritzungsgängen nebst ihren Anhängen, den Samenblasen, 3) aus den Begattungsorganen, dem männlichen Gliede und seinen Muskeln, 4) endlich aus besondern Anhangsdrüsen, der *Prostata* und den *Cowper*'schen Drüsen.

§. 197.

Die Hoden, *Testes*, sind zwei ächte Drüsen, welche innerhalb einer besondern Hülle, der *Tunica albuginea sive fibrosa*, die absondernden Elemente, die Samenkanälchen, in Gestalt vielfach gewundener Röhrchen, enthalten. Die Hülle (Fig. 301 *e*) ist eine weisse, derbe und dicke Haut, die im Baue mit andern fibrösen Häuten (*Dura mater* vor Allem) ganz übereinstimmt, und als geschlossene Capsel das Hodengewebe überall umschliesst. Ihre äussere Fläche ist ausser da, wo der Nebenhoden am Hoden anliegt, durch einen besondern Ueberzug *(Tunica adnata)* glatt und glänzend, während die innere durch eine dünne Schicht von lockerem Bindegewebe mit dem Hodengewebe sich verbindet, und ausserdem noch durch eine bedeutende Zahl von Fortsätzen in das Innere desselben eindringt. Unter diesen ist das *Corpus Highmori, s. Mediastinum testis*, das als ein senkrecht stehendes, $\frac{3}{4}$ — 1″ langes, am Ursprunge dickes Blatt von derbem Bindegewebe vom hintern Rande des Hodens etwa 3 — 4‴ tief ins Innere eindringt, der bedeutendste (Fig. 301 *h*), dazu kommen aber noch viele von der gesammten innern Oberfläche der *Albuginea* ausgehende platte, aus lockerem Bindegewebe bestehende Fortsätze, *Septula testis* (Fig. 301 *o*), welche, die einzelnen Abtheilungen des Drüsengewebes von einander sondernd und die Gefässe desselben tragend, von allen Seiten gegen das *Corp. Highmori* zusammentreten, und zugespitzt an den Rand und die Flächen desselben sich ansetzen.

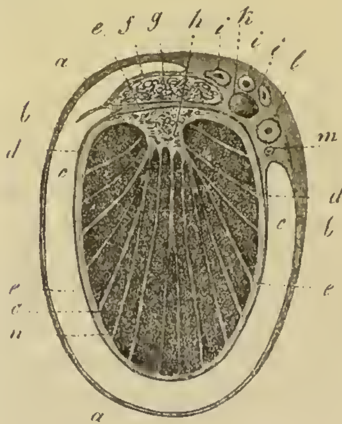


Fig. 301.

Die Drüsensubstanz des Hodens ist nicht durchweg gleichartig, sondern besteht aus einer gewissen Zahl (100–250) birnförmiger, jedoch nicht überall

Fig. 301. Querschnitt durch den rechten menschlichen Hoden und seine Häute. *a. Vaginalis communis*, *b. Vaginalis propria*, äusseres Blatt, c. Höhle der *Propria*, die im Leben fehlt, *d.* inneres Blatt der *Propria* (*Adnata*), mit *e.* der *Albuginea* verschmolzen, *f.* Uebergang der *Propria* auf den Nebenhoden *g*, *h. Highmor*'scher Körper, *iii.* Aeste der *Arteria spermatica*, *k. Vena spermatica interna*, *l. Vas deferens*, *m. Art. deferentialis*, *n. Lobuli testis*, *o. Septula.*

vollständig von einander gesonderter Läppchen, *Lobuli testis*, welche alle mit ihren Spitzen gegen den *Highmor*'schen Körper sich zuneigen, in der Nähe desselben am kürzesten, zwischen den Rändern des Organes dagegen am längsten sind (Fig. 302 *n*, 303 *b*). Ein jedes dieser Läppchen wird von einem bis drei, $^1/_8$—$^1/_{15}{}'''$ dicken Samenröhrchen oder Samenkanälchen, *Tubuli s. Canaliculi seminiferi s. seminales*, gebildet, welche, vielfach gewunden und in ihrem Laufe ziemlich häufig sich theilend, auch wohl untereinander sich verbindend, eine dichte Masse bilden und zuletzt am dicken Ende der Läppchen bald mehr im Innern, bald an der Oberfläche derselben blind oder mit Schlingen enden (Fig. 302). Die Samenkanälchen eines Läppchens, obschon durch etwas Bindegewebe und Gefässe mit einander verbunden, lassen sich doch durch sorgfältiges Zerzupfen in grosser Ausdehnung, ja selbst ganz für sich darstellen, und ergibt sich die Länge eines derselben nach *Lauth* zu 13 — 33'''. — An dem spitzen Ende eines jeden Läppchens werden die Samenkanälchen mehr gerade und treten dann jedes für sich, oder die 2 — 3 aus einem Läppchen stammenden zu einem Kanälchen vereint, als *Ductuli recti* von $^1/_{10}{}'''$ Durchmesser (Fig. 303 *c*) in die Basis des *Highmor*'schen Körpers ein, woselbst sie ein in dessen ganzer Länge sich erstreckendes, sehr dichtes, 2 — 3''' breites, $1^1/_2{}'''$ dickes Geflecht, das Hodennetz, *Rete testis (R. vasculosum Halleri)* bilden (Fig. 303 *d*). Aus dem obern Ende dieses Geflechtes, dessen Kanälchen von $^1/_{12}$—$^1/_{33}$ (0,03 — 0,08''') messen, treten 7 — 15 austretende Samenkanälchen, *Vasa efferentia testis s. Graafiana*, von $^1/_5$ — $^1/_6$ (0,16 — 0,18''') hervor (Fig. 303 *e*), die, die *Albuginea* durchbohrend, in den Nebenhoden übergehen. Hier verschmälern sich dieselben bis zu $^1/_8$ und $^1/_{10}{}'''$, winden sich in ganz ähnlicher Weise wie die Samenkanälchen in den Hodenläppchen, jedoch ohne Theilungen und Verbindungen zu bilden, so dass eine gewisse


Fig. 302.

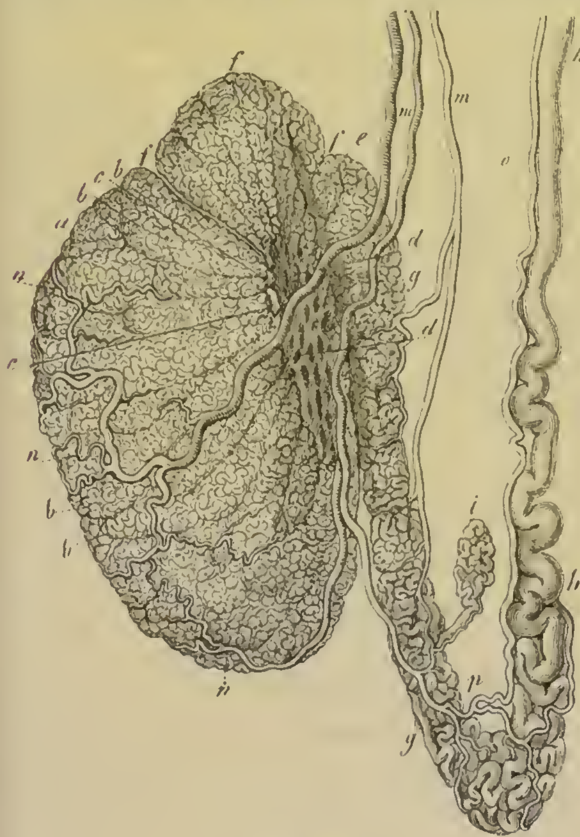

Fig. 303.

Fig. 302. Schema des Verlaufes eines Samenkanälchens.

Fig. 303. Hoden und Nebenhoden des Menschen. Nach *Arnold*. *a*. Hoden, *b*. Läppchen des Hodens, *c*. *Ductuli recti*, *d*. *Rete vasculosum*, *e*. *Vascula efferentia*, *f*. *Coni vasculosi*, *g*. Nebenhoden, *h*. *Vas deferens*, *i*. *Vas aberrans*, *m*. Aeste der *Spermatica interna* zum Hoden und Nebenhoden, *n*. Verästelung am Hoden, *o*. *Art. deferentialis*, *p*. Verbindung mit einem Zweige der *Spermatica*.

Zahl kegelförmiger, mit den Spitzen gegen den Hoden zugewendeter Körper, die Samenkegel, *Coni vasculosi (s. Corp. pyramidalia)*, entstehen (Fig. 303 *f*). Diese Samenkegel setzen, indem sie durch Bindegewebe untereinander sich vereinen, den Kopf des Nebenhodens zusammen und aus ihren Kanälchen, die am hintern obern Rande des Nebenhodens nach und nach miteinander zusammenfliessen, entsteht dann der einfache, 0,16 — 0,2‴ dicke Kanal der *Epididymis* (Fig. 303 *g*), der in bekannter Weise gewunden den Körper und Schweif des Nebenhodens bildet, an seinem untern Ende gewöhnlich einen blinden Ausläufer *(Vas aberrans Halleri)* abgibt (Fig. 303 *i*), und dann in den anfangs $^1/_4$—$^1/_3$‴ weiten und noch gewundenen, bald geraden und $^3/_4$ — 1‴ weiten Samenleiter (Fig. 303 *h*) übergeht. — Auch der Nebenhoden hat eine, jedoch sehr dünne ($^1/_6$‴) Faserhaut von grauweisser Farbe.

§. 198.

Bau der Samenkanälchen, *Sperma*. Die Samenkanälchen des Hodens sind, entsprechend ihrem Durchmesser, etwas derber gebaut als andere Drüsenkanäle, und bestehen aus einer Faserhaut und einem Epithel. Erstere von 0,0024 — 0,005‴, im Mittel 0,003 — 0,004‴ Dicke, wird aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit Längskernen ohne Muskeln und selten mit einer Andeutung von elastischen Fäserchen zusammengesetzt, und ist ziemlich fest und dehnbar. Eine einfache Lage rundlicher vieleckiger Zellen von 0,005 — 0,008‴, hie und da mit Andeutung einer *Membrana propria* als Unterlage, an der innern Fläche derselben vervollständigt den Drüsenkanal, der so eine Wand von 0,007— 0,01‴ Gesammtdicke erhält. Bei jungen Männern sind diese Zellen blass und feinkörnig, mit den Jahren sammeln sich jedoch in ihnen immer mehr Fettkörnchen an, die bald eine leicht gelbliche, z. Th. bräunliche Farbe der Samenkanälchen bedingen, die schon bei Männern von mittlerem Alter sehr häufig und ohne Ausnahme im Alter gefunden wird. — Denselben Bau wie die Hodenkanälchen besitzen auch die *Ductuli recti*, wogegen im *Rete testis* eine besondere Faserhaut nicht unterschieden werden kann, und die Kanäle desselben mehr nur wie von einem Pflasterepithel ausgekleidete Lücken in dem derben fibrösen Gewebe des *Highmor*'schen Körpers erscheinen. In den *Coni vasculosi* tritt die Faserhaut wieder auf und kommt nun bald auch eine Lage glatter Muskeln dazu, die mit queren Längsfasern noch an Kanälen von $^1/_5$ — $^1/_6$‴ zu erkennen ist. Die dickeren Theile des Nebenhodenkanales sind mit Bezug auf die Muskeln ebenso gebaut, wie der Samenleiter (siehe unten). Das Epithel des Nebenhodens anlangend, so glaubte man bisher, dasselbe sei ein einfaches Cylinderepithel, nun hat aber *O. Becker* die hübsche Entdeckung gemacht, dass dasselbe im grössten Theile

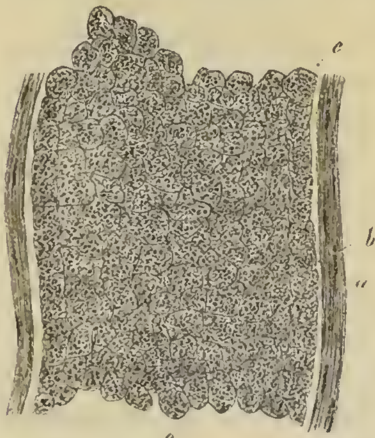


Fig. 304.

Fig. 304. Stück eines Samenkanälchens des Mannes, 350mal vergr. *a*. Faserhülle mit Längskernen, *b* heller Saum, wahrscheinlich eine *Membrana propria*, *c*. Epithel.

desselben ein Flimmerepithelium ist. Ich habe die Angaben dieses Forschers an den Hoden eines Selbstmörders im Wesentlichen vollkommen bestätigt gefunden. Hier fand sich schon in den *Vascula efferentia* ein einfaches Epithel mit walzen- oder kegelförmigen Zellen von 0,01—0,015''' Länge, bräunlichen Körnchen im Innern und Flimmern von 0,003—0,004''' Länge (Fig. 305 *A*). In den *Coni vasculosi* waren die Zellen ebenso beschaffen, nur etwas länger und der Flimmersaum von 0,005''' Breite. Im Anfange des Nebenhodenkanals bis gegen die Mitte des Nebenhodens zeigte sich ein einschichtiges (*Becker* nennt dasselbe mehrschichtig) Epithel mit zarten, feine dunkle Körnchen enthaltenden walzenförmigen Zellen von erstaunlicher Länge (0,02—0,025'''), deren Kern meist unter der Mitte sass, und deren oft büschelförmig verklebte Wimpern die Länge von 0,01 — 0,015''' besassen (Fig. 305 *B*). In der Mitte des Nebenhodens bemerkte ich immer noch einzelne dieser langen Zellen, doch konnte ich mich nicht überzeugen, dass dieselben nicht von höher oben stammten, um so mehr, da neben ihnen auch kürzere Zellen ohne Wimpern sich fanden. Aehnliche Zellen, wie die letztgenannten, enthielt auch die *Cauda* und der Anfang des *Vas deferens*, nur dass von denen der letzten Stelle manche wie einen hellen breiteren Endsaum besassen. Flimmerung sah ich in diesem Falle nicht, doch habe ich mich von dem Vorkommen derselben bei Säugern hinreichend überzeugt und wie *Becker*, der dieselbe auch in einem ausgeschnittenen Hodenstücke des Menschen sah, davon vergewissert, dass dieselbe in der Richtung gegen das *Vas deferens* geht.

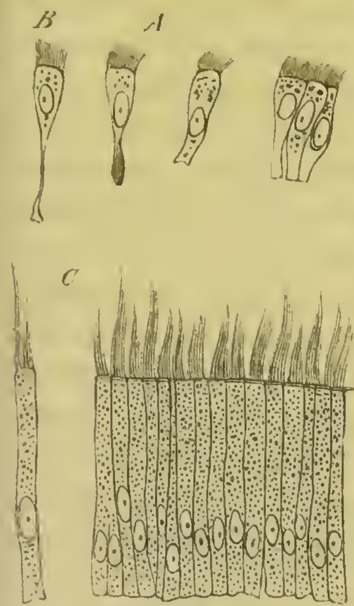


Fig. 305.

Der Inhalt der Samenkanälchen ist mit dem Alter verschieden. Bei Knaben und jungen Thieren finden sich in den engeren Kanälchen nichts als kleine helle Zellen, von denen die äussersten als Epithelialzellen genommen werden können, jedoch nicht immer deutlich von den andern sich unterscheiden. Zur Zeit der Geschlechtsreife nehmen mit der Vergrösserung der Samenkanäle auch die in ihnen enthaltenen Elemente an Umfang zu und erscheinen, wenn nun wirklich die Bildung des Samens eingeleitet ist, als 0,005—0,03''' helle runde Zellen und Blasen, die je nach der Grösse eine verschiedene Zahl von 1—10, ja selbst 20 helle Kerne von 0,0025—0,0035''' mit Kernkörperchen umschliessen. Ein Epithelium ist um diese Zeit in vielen Fällen nicht deutlich, vielmehr die Samenkanälchen einzig und allein von den genannten Zellen eingenommen, andere Male und zwar besonders bei vorgerückteren Jahren findet sich dasselbe mit seinen fett- oder pigmenthaltigen Zellen vor, und umschliesst die andern Elemente. Diese nun sind, mögen sie in dieser oder jener Weise auftreten, die Vorläufer des Samens, der im reifen Zustande einzig und allein aus einer höchst geringen Menge einer zähen Flüssigkeit und unzähligen kleinen, stecknadelförmigen, mit eigenthümlicher

Fig. 305. Epithelzellen aus dem Nebenhoden eines Selbstmörders, 350mal vergr. *A*. Aus den *Vascula efferentia*, *B*. aus den *Coni vasculosi*, *C*. aus dem Anfange des Nebenhodenkanals.

Bewegung begabten Körperchen, den Samenfäden, *Fila spermatica*, oder Samenthierchen, *Spermatozoa* (auch *Spermatozoiden*) besteht. Diese Samenfäden sind vollkommen gleichartige, weiche Körperchen, an denen ein dickerer Theil, der Körper, auch Kopf, und ein fadenförmiger Anhang, der Faden oder Schwanz unterschieden werden. Der erstere ist abgeplattet, von der Seite birnförmig, mit dem spitzen Ende nach vorn, von der Fläche eiförmig oder selbst vorn abgerundet und zugleich, jedoch mehr nach vorn zu, leicht napfförmig ausgehöhlt, so dass er in der Mitte bald hell, bald dunkel erscheint. Seine Grösse beträgt 0,0016–0,0024''' Länge, 0,008–0,0015''' Breite, 0,0005—0,0008''' Dicke, und sein Aussehen ist, je nachdem er auf der Fläche oder Kante liegt, heller oder dunkler, immer mit einem eigenthümlichen fettartigen Glanze und namentlich in der Seitenansicht dunkeln Umrissen.

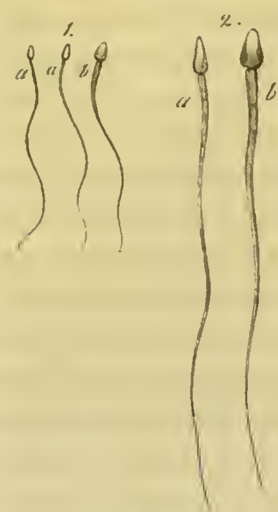


Fig. 306.



Fig. 307.

Fig. 306. Samenfäden des Menschen. 1. 350mal vergr. 2. 800mal vergr. *a*. Von der Seite, *b*. von der Fläche.

Fig. 307. Aus dem Samen des Stieres, 450mal vergr. *A*. Bildung der Samenfäden. 1. Samenzellen mit einem und zwei Kernen, von denen einer bereits länglich ist und einen vorderen dunkleren und einen hintern hellen Theil besitzt. 2. 3. Solche Kerne frei mit hervorsprossenden Fäden. 4. Solche mit längeren Fäden und schon z. Th. birnförmigem Körper. 5. Ein fast reifer Faden, dessen Körper noch einen Rest der ursprünglichen hellen hinteren Zone zeigt, und daneben zwei entwickelte Samenfäden aus dem Nebenhoden, von der Fläche und von der Kante. *B*. Hervorbrechen der Samenfäden. 1. Samenzelle mit eingerolltem Samenfaden. 2. Durch theilweises Strecken des Fadens birnförmig gewordene Samenzellen. 3. Samenzelle mit durchgebrochenem Faden. 4. Ebensolche *b*, wo auch der Körper des Samenfadens hervorgetreten ist, jedoch noch eine Bekleidung von der Zellmembran *a* besitzt. 5. Samenfaden aus dem Nebenhoden mit einem Reste der Mutterzelle *b*. 6. Samenfaden aus dem *Vas deferens*, bei dem der sehr verkleinerte Anhang *b* weiter rückwärts sitzt.

Der blasse Faden hat im Mittel 0,02''' Länge, ist vorn, wo er durch eine Einschnürung mit dem breiteren Ende des Körpers sich verbindet, breiter (von 0,0003—0,0005''') und ebenfalls platt, und läuft allmählich in eine ganz feine, selbst bei den besten Vergrösserungen kaum sichtbare Spitze aus. Aus diesen Körperchen und hie und da einzelnen mehr zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellen, findet man den Samen im ganzen Laufe des Samenleiters und im Schwanze des Nebenhodens bei kräftigen Männern zusammengesetzt, wogegen im obern Theile von diesem und im Hoden selbst noch andere Elemente, und zwar die oben geschilderten Zellen und Cysten immer vorwiegender werden und zuletzt allein zurückbleiben. Diese Samenzellen und Cysten, wie ich sie nenne, stehen in bestimmter Beziehung zu den Samenfäden, und zwar entwickelt sich, wie ich im Jahre 1855 nachgewiesen habe, aus jedem Kerne derselben Ein Samenfaden, dadurch, dass der Kern sich verlängert und von seinem einen Ende aus einen Faden treibt, während zugleich der Rest des Kernes birnförmig gestaltet zum Körper des Samenfadens wird. Der eigentliche Heerd dieser Entwickelung ist der Hoden, so dass man unter regelrechten Verhältnissen sicher sein kann, in den innern Theilen desselben, oft in allen Samenkanälchen ohne Ausnahme, entwickelte Samenfäden in ihren Zellen zu finden. Im gesetzmässigen Laufe der Dinge werden die Samenfäden im Hoden selbst nicht oder nur dem kleinsten Theile nach frei, und die Samenkanälchen sind daher nichts weniger als der Ort, in dem man nach Samenfäden zu suchen hat, obschon man sie auch hier bei Wasserzusatz nie vermissen wird, weil durch dasselbe die umschliessenden Theile platzen, vielmehr geschieht diess erst im *Rete testis* und den *Coni vasculosi*. Bevor diess geschieht, legen sich nicht selten die Samenfäden, wenn sie zu vielen (10—20) vorhanden sind, in ihren Cysten ganz regelmässig mit den Köpfen und Schwänzen zusammen in ein gebogenes Bündel aneinander, während sie, wenn sie in geringer Zahl sich finden, ohne Ordnung durcheinander liegen. Endlich platzen diese Zellen und Cysten, die Samenfäden werden frei und erfüllen zum Theil noch in Bündeln, die jedoch ebenfalls bald sich lösen, zum Theil frei in dichtem Gewirre den Nebenhoden ganz. In dessen unterem Theile ist der ganze Entwickelungsverlauf in der Regel geschlossen, doch geschieht es nicht selten, dass einzelne Zwischenformen auch noch weiter geführt werden und erst im Samenleiter an das Ziel ihrer Ausbildung gelangen. Zu bemerken ist noch, dass die Samenfäden, wenn sie nur zu Einem in einer Zelle enthalten sind, derselben oft eine besondere birnförmige Gestalt geben (Fig. 307 *B*), ferner, dass sie häufig auch ihre Zellen einfach durchbrechen, so dass grössere oder kleinere Reste derselben in Form lappenartiger Ueberzüge der Körper oder rundlicher Anhängsel ihrer Fäden an ihnen zurückbleiben, von denen die letzteren oft an der grossen Mehrzahl der Samenfäden des Nebenhodens zu sehen sind und selbst noch im reifen *Sperma* vorkommen können. Für weitere Einzelnheiten über die Bildungszellen der Samenfäden und ihre Entwickelung verweise ich auf meine Abhandlung in der Zeitschr. f. wiss. Zool. VII.

Der Samen als Ganzes betrachtet, ist, wie er im *Vas deferens* sich findet, eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden besteht, und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses reinen Samens

ist beim Menschen noch nicht erforscht, dagegen wissen wir durch *Frerichs* vom Samen des Karpfen, dass die Samenflüssigkeit geringe Mengen von Schwefel- und phosphorsauren Alkalien enthält, während die Spermatozoen aus einer Proteinverbindung (nach *Frerichs* Proteinbioxyd) bestehen, und daneben 4,05 pCt. eines gelblichen butterartigen Fettes und 5,21 pCt. phosphorsauren Kalk enthalten. Ich selbst fand im reifen Samen des Ochsen: Wasser 82,05, feste Substanz 17,94. Von dieser kamen auf den Eiweisskörper der Samenfäden 13,138, auf phosphorhaltiges Fett 2,165, Salze 2,637. — Der entleerte Samen ist ein Gemenge reinen Samens und der Absonderung der Samenbläschen, der *Prostata* und der *Cowper*'schen Drüsen. Derselbe ist eher farblos, schillernd, von alkalischer Reaction und eigenthümlichem Geruche; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss, wird derselbe beim Erkalten gallertartig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig. Mikroskopisch untersucht findet man in demselben neben den Spermatozoen eine ziemliche Menge einer hellen Flüssigkeit, die bei Wasserzusatz in unregelmässigen weisslichen Flocken und Fetzen erscheint, und unzweifelhaft vorzüglich aus den Samenbläschen stammt. Dieser gerinnende Stoff, den *Henle* als Fibrin bezeichnete und *Lehmann* für Natronalbuminat hält, ist von *Vauquelin*, der menschlichen entleerten Samen untersuchte, zusammen mit der Substanz der Samenfäden, als *Spermatin* bezeichnet worden, wovon er 6 pCt. fand, während sonst noch 90 pCt. Wasser, 3 pCt. Erdphosphate und 1 pCt. Natron vorhanden waren. — Trocknet man *Sperma* ein, so bilden sich unzählige Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia zwischen den unversehrten Spermatozoen, welche überhaupt, wahrscheinlich ihres bedeutenden Gehaltes an Kalk wegen, schwer zerstörbar sind. Dieselben lassen sich in Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen derselben nachweisen, widerstehen in Wasser und thierischen Flüssigkeiten der Fäulniss sehr lange (*Donné* sah sie noch nach drei Monaten in faulem Harne) und bleiben selbst beim Glühen der Form nach unverändert zurück (*Valentin*). Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Samenfäden des Stiers: Concentrirte Schwefelsäure färbt den Samen gelblich, löst jedoch selbst in 24 Stunden die Samenfäden nicht. In Traubenzucker und SO_3 wird der Samen purpurroth, doch betrifft die Färbung nur die Zwischensubstanz. Concentrirte Salpetersäure färbt das *Sperma* gelblich, und wie es scheint auch die Samenfäden etwas, die, ausser dass sie etwas schrumpfen, selbst nach 24 Stunden unverändert erscheinen. Zwei Minuten lang mit NO_5 gekocht, lösen sich die Fäden ebenfalls nicht. Salzsäure verändert in der Kälte die Fäden nicht. Nach dem Kochen sind die Körper noch da, aber ungemein blass, während die Schwänze geschrumpft erscheinen. Mit *Millon's* Reagens gekocht erscheint der Samen röthlich bis roth, und scheinen auch die Samenfäden etwas gefärbt. *Acidum aceticum glaciale* wirkt weder in der Kälte, noch nach anhaltendem Kochen, und halten sich die Samenfäden Wochen lang in dieser Säure. Viel stärker als die Säuren greifen kaustische Alkalien ein, doch wirken auch sie in der Kälte fast nicht, man mag 1 pCt. oder 50 pCt. Lösungen anwenden. Bei erhöhter Temperatur lösen sich erst die Fäden und viel später die Körper, letztere auch in 50 pCt.-Lösungen langsam. — Diesem zufolge ist die Substanz der Samenfäden der Säuger (über die der andern Wirbelthiere siehe meine oben angeführte Abh.) kein Eiweiss-

körper, nähert sich vielmehr der Substanz, die die Hüllen der Zellenkerne und elastischen Fasern bildet, löst sich jedoch leichter als die letzteren in kaustischen Alkalien.

Die Bewegungen der Samenfäden fehlen im reinen Samen oft, da derselbe zu wenig Flüssigkeit enthält, vielmehr treten dieselben erst im Inhalte der Samenbläschen und im entleerten Samen auf, oder wenn man reinen Samen verdünnt. Dieselben kommen einzig und allein durch abwechselndes Zusammenkrümmen und Ausstrecken oder schlängelnde Bewegungen der fadenförmigen Anhänge zu Stande, und bewirken wenigstens beim Menschen und bei Säugethieren so lebhafte und mannichfache schlängelnde, drehende, zuckende Ortsbewegungen, wobei der Kopf immer vorangeht, dass man früher die Samenelemente für Thiere nahm. — Die Dauer der Bewegungen richtet sich nach verschiedenen Umständen. In Leichen nimmt man dieselbe nicht selten 12 — 24 Stunden nach dem Tode noch wahr (*Valentin* sah sie einmal schwach noch nach 84 Stunden), und in den weiblichen Genitalien bewegen sie sich bei Säugethieren noch nach 7 und 8 Tagen. Wasser macht die Bewegungen bald aufhören, und rollen sich nicht selten die Fäden schlingenförmig oder ösenartig auf. In diesem Zustande sind jedoch die Samenfäden nicht todt, wie man bisher allgemein geglaubt hat, indem es, wie ich gefunden, gelingt, dieselben durch Zusatz concentrirterer Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss, Harnstoff etc. wieder zu beleben. Alle thierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaction und mässiger Concentration sind den Bewegungen der Samenfäden günstig, wogegen saure oder zu dünne Lösungen, wie der Harn, saure Milch, saurer Schleim, verdünnte Galle, eine schädliche Einwirkung haben. Lösungen mehr indifferenter Substanzen, wie von Zucker, Eiweiss, Glycerin, Amygdalin, Harnstoff sind unschädlich, wenn sie mässig concentrirt sind, schädlich, wenn sie zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Im letztern Falle bringt Wasser, im erstern Zusatz einer beliebigen concentrirten an und für sich nicht schädlichen Substanz die Samenfäden wieder zum Leben. Genau in derselben Weise wirken alkalische Salze von neutraler Reaction. So wirkt günstig Kochsalz von 1 pCt., Glaubersalz und Bittersalz bei 3 pCt.-Lösungen darüber und darunter heben die Bewegungen auf, doch lassen sich auch in diesem Falle die Samenfäden in derselben Weise, wie vorhin angegeben, wieder beleben. Säuren, Metallsalze, kaustische Alkalien sind schädlich, doch geht bei den letztgenannten Substanzen meinen Erfahrungen zufolge der ungünstigen Einwirkung ein Zustand der Erregung, der lebhafteren Bewegung voran, so dass das kaustische Kali und Natron als eigentliche Erreger der Samenfäden bezeichnet werden können. Narcotica sind nur dann ungünstig, wenn sie auf die chemische Zusammensetzung der Samenfäden einwirken, oder zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Alkohol, Aether, Oele, Kreosot, Chloroform, Gerbstoff etc. sind schädlich. Für weitere Einzelnheiten siehe meine schon erwähnte Abhandlung und die Untersuchungen von *Quatrefages*. Kälte hebt die Bewegungen der Samenfäden auf, ebenso eine Temperatur von +42—45° R., doch kommen Samenfäden, wenn die Temperatur nicht zu niedrig war, in der Wärme wieder zur Bewegung.

§. 199.

Hüllen, Gefässe, Nerven des Hodens. Der Hoden sammt seiner Faserhaut und ein Theil des Nebenhodens werden zunächst von der eigenen Scheidenhaut, *Tunica vaginalis propria* (Fig. 301 *b, d, f*), umschlossen, einer dünnen serösen Haut, die einmal ein Theil des Bauchfelles ist und im Baue demselben entspricht. Ihr Epithelium, aus einer 0,005‴ dicken Lage heller vieleckiger, 0,005—0,008‴ grosser Zellen mit schönen Kernen, und hie und da einzelnen gelblichen Pigmentkörnern gebildet, sitzt am Hoden der *Fibrosa* unmittelbar auf, oder ist wenigstens hier als sogenannte *Tunica adnata testis* oder als viscerales Blatt der *Propria* untrennbar mit der *Fibrosa* verschmolzen, während am Nebenhoden die *Serosa* sich deutlich darstellen lässt, und wie in ihrem wandständigen Blatte aus straffem Bindegewebe mit länglichen Kernen untermengt besteht. Die allgemeine Scheidenhaut des Hodens, *Tunica vaginalis communis*, ist eine derbe, ziemlich dicke, am Hoden aus festem Bindegewebe gebildete, höher oben aus mehr lockerem Faserwerk mit elastischen Fasern bestehende Haut, die die *Vaginalis propria* eng umschliesst, und auch den Samenstrang und das untere Ende des Nebenhodens umhüllt. Zwischen ihr und der *Propria* und dem Nebenhoden liegt, ungefähr den zwei unteren Drittheilen des Hodens entsprechend, eine mit beiden Theilen fest verbundene Lage glatter Muskeln, die innere Muskelhaut des Hodens, während an ihre äussere Seite der aus quergestreiften Fasern gebildete *Cremaster* sich ansetzt. Der Hodensack endlich besteht aus der mit der *Communis* locker verbundenen äusseren Muskelhaut des Hodens oder der Fleischhaut, *Tunica dartos*, über welche §. 37 zu vergleichen ist, und der äussern Haut, die durch ihre Dünne, den Mangel an Fett, die Färbungen der *Epidermis* und die meist grossen Talg- und Schweissdrüsen sich kennzeichnet.

Die Blutgefässe des Hodens und Nebenhodens stammen aus der engen und langen *Spermatica interna*, die im Samenstrange verlaufend vom hintern Rande her an den Hoden herangeht und theils gleich in den *Highmor*'schen Körper eindringt, theils mit vielen Aesten geschlängelt in der Faserhaut des Hodens und an der innern Fläche derselben nach dem vordern Rande sich wendet. Die gröbere Ausbreitung im Hodengewebe findet sich theils vom *Highmor*'schen Körper, theils von den Abgangsstellen der *Septula testis* von der *Albuginea* aus in diesen letztern, von denen aus dann viele kleinere Gefässchen ins Innere der Läppchen dringen, und um die Hodenkanälchen ein eher weitmaschiges Netz von 0,003—0,008‴ weiten Capillaren bilden. Am Nebenhoden findet sich ein ähnliches nur noch spärlicheres Netz, an dem auch die *Art. deferentialis* sich betheiligt (Fig. 303), dagegen sind das *Scrotum* und die Scheidenhäute von den *Artt. scrotales* und der *Spermatica externa* mit Gefässen reichlich versorgt. — Die Venen wiederholen die Arterien, und was die Lymphgefässe anlangt, so sind einmal diejenigen des *Scrotum* und der Scheidenhäute recht zahlreich, dann aber auch nach den schönen Untersuchungen von *Panizza* (*Osservazioni* Tab. VIII), die *Arnold* bestätigt, diejenigen des Hodens sehr entwickelt. Dieselben kommen theils aus dem Innern, theils von der Oberfläche von Hoden und Nebenhoden, erzeugen unter der *Tunica adnata* schöne Netze, und führen durch mehrere im

Samenstrange gelegene Stämmchen, die mit denen der Scheidenhäute sich verbinden, schliesslich zu den Lendendrüsen.

Die spärlichen Nerven des Hodens stammen vom *Plexus spermaticus internus* und verlaufen mit den Arterien zum Hoden. Ich habe mich vergebens bemüht, ihren Lauf im Innern zu erforschen, da es nur selten gelingt, selbst im Begleite der grösseren Arterien des Gewebes, Nerven mit dunkelrandigen Fasern zu sehen.

Von der von mir aufgefundenen inneren Muskelhaut des Hodens sollen sich nach *Rouget* Muskelbündel nicht nur auf die *Albuginea*, sondern auch in die *Septula testis* fortsetzen. — Die sogenannten *Morgagni*'schen Hydatiden am Kopfe des Nebenhodens enthalten nach *O. Becker*, wenn sie mit Samenkanälchen des Nebenhodens in Verbindung stehen, immer Flimmerepithel, können aber auch solches enthalten, wenn sie ganz geschlossen sind. An der äussern Fläche der *Tunica vag. communis* fand *Rektorzik* rundliche gefässlose Anhänge aus Bindegewebe und elastischen Fasern bis zu 0,3‴ Grösse in sehr wechselnder Menge, die er den pacchionischen Granulationen vergleicht.

Nach den bis jetzt nur im Auszuge veröffentlichten Untersuchungen von *Ludwig* und *Thomsa* ist das Innere des Hodens ungemein reich an Netzen von Lymphgefässen oder besser Lymphräumen, indem die Lymphe einfach in Lücken des Bindegewebes enthalten zu sein scheint, welche die Samenkanälchen verbindet und deren Blutgefässe trägt. An einem von den genannten Forschern eingespritzten menschlichen Hoden, dessen eine Hälfte ich von *Billroth* erhielt, sieht man in der That die eingespritzte Masse in Räumen, an denen keine besondere Begrenzungsschicht zu erkennen ist, und von derselben Thatsache überzeugte ich mich selbst an Hoden von Thieren, die ich nach der Weise von *Ludwig* und *Thomsa* einfach durch eine kleine Stichöffnung einspritzte. Die Deutung dieser Erfahrungen wird später beim Lymphgefässsysteme versucht werden.

§. 200.

Samenleiter, Samenbläschen, accessorische Drüsen, Organ von *Giraldès*. Die Samenleiter, *Vasa deferentia*, sind im Mittel 1–1½‴ weite, drehrunde Kanäle mit Wänden von ½—⅔‴ und einer Lichtung von ¼—⅓‴, die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind. Die Muskelhaut von 0,38—0,6‴ Dicke besitzt eine äussere Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern, und eine dünnere nur ⅕ der ganzen Muskelhaut betragende innere Längsschicht, und besteht aus starren und blassen bis 0,1‴ langen, in der Mitte 0,004—0,006‴ breiten Faserzellen, untermengt mit etwas Bindegewebe und einigen sehr blassen elastischen Fäserchen. Die Schleimhaut von 0,12‴ ist weiss, längsgefaltet und in dem letzten breitesten und weitesten Abschnitte des Samenleiters mit vielen grösseren und kleineren netzförmig angeordneten Grübchen versehen. Ihre äusseren zwei Drittheile sind weisser und enthalten einen der dichtesten mir bekannten Filze von elastischen Fäserchen, während nach innen eine hellere, aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit Kernen gebildete dünnere Lage folgt, auf welcher dann in einfacher Lage ein Pflasterepithel von 0,005—0,008‴ grossen Zellen ruht, die ohne Ausnahme eine gewisse Zahl bräunlicher Pigmentkörner enthalten, die der innern Oberfläche der *Mucosa* eine gelbliche Färbung ertheilen. Die Gefässe der Samenleiter sind in der äusseren Faserhaut sehr deutlich, dringen aber auch in die Muskel- und Schleimhaut, und bilden in beiden lockere Netze von 0,003—0,005‴ weiten Capillaren. Nach *Swan (Nerves of the*

human body. Pl. V. 82; Pl. VI. 81) wird der Samenleiter in der Beckenhöhle von reichlichen aber feinen Nerven umsponnen, die mit denen der seitlichen und mittleren Blasen- und Mastdarmnerven, sowie mit den hypogastrischen Geflechten in Verbindung stehen. Ich habe diese Nerven, die feine und *Remak*'sche Fasern führen, ebenfalls gesehen, jedoch nicht in das Innere zu verfolgen vermocht.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die *Ductus ejaculatorii* und die Samenbläschen, von denen die letztern bekanntlich nichts als blinde, mit warzigen, schlauchförmigen oder selbst verästelten Ausläufern versehene Anhänge der *Ductus deferentes* sind. Erstere zeigen in dem obern Theile denselben muskulösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. Nach der *Prostata* zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskeln mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen untermischt. Die Wände der Samenblasen sind bedeutend dünner als die der Samenleiter, besitzen jedoch denselben Bau wie diese, nur dass die deutlich gefässhaltige Schleimhaut durchweg mit netzartigen Gruben versehen ist. Aeusserlich sind die Samenbläschen von einer zum Theil nur bindegewebigen, zum Theil wie an der hintern Fläche deutlich muskulösen Hülle umgeben, die auch zwischen die einzelnen Windungen ihres Kanales sich hineinzieht, und dieselben vereint und am untern Ende als ein breites muskulöses Band von einem Samenbläschen auf das andere übergeht, eine Schicht, die neulich auch *V. Ellis* gesehen hat und *Compressor vesiculae et ductus seminis* nennt, *Herckenrath* dagegen fälschlich läugnet. — Der Inhalt der Samenbläschen ist regelrecht eine helle, etwas zähe Flüssigkeit, die im Tode zu einer leichten Gallerte gesteht, jedoch später ganz sich verflüssigt und eine in Essigsäure sehr leicht lösliche Proteinverbindung enthält, die offenbar mit der im entleerten Samen enthaltenen übereinstimmt. Samenfäden habe ich mit vielen Andern häufig in den Samenbläschen gesehen, doch ist ihre Hauptverrichtung offenbar die, eine besondere Absonderung zu liefern, die dem Samen beigemengt wird. Die Nerven der Samenblasen stammen aus dem *Sympathicus* und Rückenmarke, zunächst aus dem reichen Samenblasengeflechte, *Pl. seminalis,* dessen Fäden zum Theil, jedoch ohne sich weiter verfolgen zu lassen, in die Häute der Samenblasen eindringen, zum Theil auf die *Prostata* übergehen, deren Geflecht, *Plexus prostaticus,* auch vom Blasen- und untern Beckengeflechte verstärkt wird.

Die *Prostata* ist meinen Erfahrungen zufolge, die *V. Ellis* und zum Theil auch *Jarjavay* bestätigen, ein sehr muskulöses Organ, so dass die Drüsensubstanz kaum mehr als ein Drittheil oder die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Geht man von innen nach aussen, so zeigt sich in inniger Verbindung mit der dünnen Schleimhaut, deren Epithel immer noch doppelschichtig ist, jedoch als oberflächliche Lage cylindrische Zellen besitzt, eine gelbliche Längsfaserschicht, die zum Theil vom *Trigonum vesicae* zum *Caput gallinaginis* sich erstreckt, zum Theil ohne Zusammenhang mit den Blasenmuskeln ist, und zu gleichen Theilen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und aus glatten Muskeln besteht. Dann folgt eine mit dem *Sphincter vesicae* zusammenhängende und bis zum Schnepfenkopfe sich erstreckende, mächtige Ringfaserlage von gleichem Baue, die ich *Sphincter Prostatae* nenne. Hat

man sich durch diese verschiedenen Muskellagen hindurchgearbeitet, so stösst man endlich auf das eigentliche Drüsengewebe der *Prostata*, welches demnach vorzüglich die äusseren Theile des Organes einnimmt, jedoch allerdings auch mit einzelnen Läppchen in die Ringfasern eingreift, und mit seinen neben dem Schnepfenkopfe rechts und links ausmündenden zahlreichen Ausführungsgängen die längs- und querverlaufenden Fasern durchsetzt. Dasselbe besteht aus einer grauröthlichen, ziemlich derben Masse, die in der Richtung des Querdurchmessers des Organes sehr leicht in Fasern zerspaltet werden kann, genauer bezeichnet, von den Seitentheilen des Samenhügels strahlenartig nach allen Seiten der äussern Oberfläche des Organes verläuft und einmal aus verschieden starken Bündeln glatter Muskeln mit etwas Bindegewebe und zweitens aus den Drüsen der *Prostata* zusammengesetzt ist. Die letzteren sind 30—50 zusammengesetzte traubenförmige Drüsen, von kegel- oder birnförmiger Gesammtform, die von den gewöhnlichen traubenförmigen Drüsen durch ihren lockeren Bau, das deutliche Gestieltsein vieler Drüsenbläschen und die geringe Entwickelung der kleinsten Drüsenläppchen sich auszeichnen, was zum Theil mit dem reichlich zwischen die Drüsenelemente sich hineinschiebenden Fasergewebe zusammenhängt. Die Drüsenbläschen sind birnförmig oder rundlich, 0,05—0,1''' gross, und von vieleckigen oder kurz walzenförmigen, 0,004—0,005''' langen Epitheliumzellen mit braunen Pigmentkörnern ausgekleidet, während in den Ausführungsgängen dieselben Cylinder wie in der *Pars prostatica urethrae* sich finden. Der Saft der *Prostata* scheint dem der Samenbläschen ähnlich zu sein, wenigstens bestehen nach *Virchow* die sogenannten Prostatasteine, runde geschichtete, in den Drüsenbläschen sich bildende 0,03—0,1''' und darüber grosse Erhärtungen, aus demselben in Essigsäure löslichen Eiweisskörper, der auch in den Samenbläschen zu finden ist. — Die *Prostata* besitzt eine das Drüsengewebe fest umschliessende, an glatten Muskeln reiche Faserhaut und ziemlich viele Gefässe, unter denen viele die Drüsenelemente umspinnende Capillaren und ein reichliches Venengeflecht unter der Schleimhaut der *Urethra* Berücksichtigung verdienen. Der Verlauf der vorhin schon erwähnten Nerven im Innern der *Prostata* ist unbekannt.

Der im Samenhügel mitten zwischen den *Ductus ejaculatorii* gelegene *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica* zeigt in seinen weissgelblichen, von einem Cylinderepithelium ausgekleideten Wänden, vorzüglich Bindegewebe und elastische Fäserchen, denen im Halse des Bläschens einige wenige, im Grunde dagegen ziemlich viele glatte Muskeln beigemengt sind. Im *Uterus masculinus* des Pferdes fand *Brettauer* (bei *Becker* l. i. c. S. 84) Flimmerepithel.

Die *Cowper*'schen Drüsen sind feste, zusammengesetzt traubige Drüsen, deren Endbläschen von 0,02—0,05''' von einem Pflasterepithelium ausgekleidet sind, während in den Ausführungsgängen Cylinder sich befinden. Die zarte die ganzen Drüsen umgebende Hülle, so wie das faserige *Stroma* im Innern derselben ist ziemlich reich an glatten Muskeln, welche auch an den $^1/_4$''' weiten Ausführungsgängen als zarte Längsschicht von mir aufgefunden wurden. Die Absonderung dieser Drüsen, die aus den Ausführungsgängen leicht sich erhalten lässt, ist gewöhnlicher Schleim.

Das Organ von *Giraldès (Corps innominé Gir.)* ist ein kleiner länglicher,

am obern Ende des Hodens im Samenstrange und zwar in der Nähe der Samengefässe, an der vom *Vas deferens* abgelegenen Seite befindlicher Körper von etwa ½″ Länge und weisslicher Farbe, der bei mikroskopischer Untersuchung aus ziemlich vielen einzelnen röhrigen und blasigen Gebilden von mannichfacher Form besteht, welche von einem ziemlich gefässreichen Bindegewebe umhüllt werden. Die Röhren sind entweder einfach und dann gerade oder geschlängelt, oder sie besitzen Ausläufer selbst in solcher Zahl, dass sie Abschnitten der *Prostata* oder einer embryonalen *Parotis* ähnlich werden. Hie und da besitzen einfache Röhren auch Auftreibungen, und diese, indem sie sich abschnüren, geben dann zur Entstehung der einzelnen Blasen Veranlassung. Alle Kanäle dieses Organes, das bei Knaben bis zu sechs und zehn Jahren nach *Giraldès* am besten entwickelt ist, und von ihm offenbar mit Recht als ein dem Nebeneierstocke zu vergleichender Rest des *Wolff*'schen Körpers erklärt wird, besitzen eine bindegewebige Hülle und ein Pflasterepithel, das, wie ich finde, beim Erwachsenen sehr viel Fett enthält, und im Innern mehr weniger helle Flüssigkeit. Zu untersuchen ist übrigens noch, ob dieses Organ nicht mit seinem unteren Theile mit dem Nebenhoden zusammenhängt, in welchem Falle dasselbe nur ein besonderes umgewandeltes *Vas aberrans* darstellen würde.

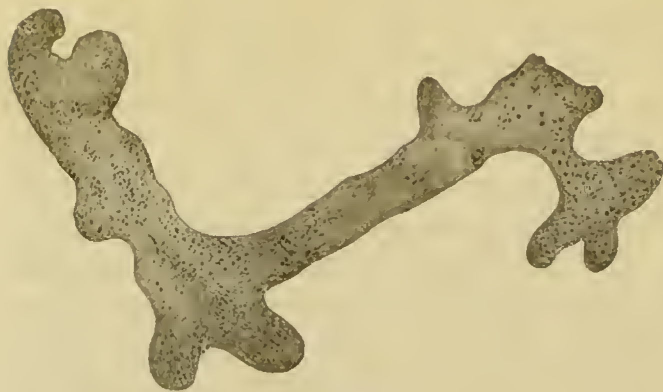


Fig. 308.

§. 201.

Die Begattungsorgane bestehen beim Manne aus dem Gliede oder der Ruthe, einem aus drei schwellungsfähigen gefässreichen Körpern, den Schwamm- oder Zellkörpern, *Corpora spongiosa s. cavernosa*, zusammengesetzten, am Becken angehefteten, von der Harnröhre durchbohrten Organe, das von besonderen Binden und von der äusseren Haut überzogen ist und drei ihm eigenthümliche Muskeln besitzt.

Die Zellkörper der Ruthe, *Corpora spongiosa penis*, sind zwei hinten getrennte, vorn dagegen vereinte und nur durch eine einfache unvollständige Scheidewand geschiedene walzenförmige Körper, an denen eine besondere Faserhaut (*Tunica albuginea s. fibrosa*) und das innere Schwammgewebe zu unterscheiden ist. Jene bildet als eine weisse, silberglänzende, ½‴ dicke und sehr feste Haut sowohl die äussere Hülle der Schwammkörper als auch in der vordern Hälfte derselben mit einer dünnen, zum Theil in einzelne Fasern und Blätter zerfallenden Lage, die Scheidewand derselben, und besteht aus gewöhnlichem fibrösem Gewebe, wie in Sehnen und Bändern mit vielen entwickelten elastischen feinen Fasern. Innerhalb derselben liegt das röthliche Schwammgewebe, das aus unzähligen, zu einem feinen Maschenwerke vereinten Fasern, Bälkchen und Blättern, den

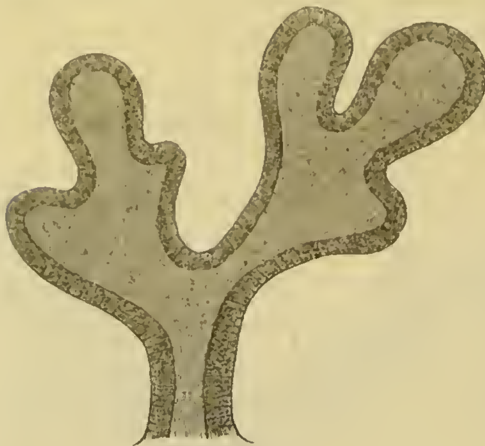
Fig. 308. Ein Schlauch aus dem Organ von *Giraldès* vom Erwachsenen. Vergr. 50. Mit Kali behandelt, daher die Epithelzellen nicht deutlich sind.

Trabeculae corp. cavernosorum, besteht und mit seinen kleinen, rundlicheckigen, nach allen Seiten verbundenen, im Leben von venösem Blute erfüllten Räumen, den Venenräumen der Schwammkörper, aufs täuschendste einem Schwamme gleicht. Alle Balken ohne Ausnahme besitzen einen ganz gleichen Bau. Aeusserlich werden dieselben von einer einfachen Lage innig zusammenhängender und oft nicht für sich darzustellender Pflasterepitheliumzellen, dem Epithel der Venenräume, überzogen und auf dieses folgt das eigentliche Fasergewebe, welches aus fast gleichen Theilen Bindegewebe und feinen elastischen Fasern einerseits, glatten Muskelfasern andrerseits zusammengesetzt ist und bei vielen, aber lange nicht bei allen Balken kleinere oder grössere Arterien und Nerven umschliesst. Die Elemente der Balkenmuskeln sind schon durch Essigsäure an ihren Kernen ganz deutlich zu erkennen, lassen sich aber auch, besonders schön nach Behandlung mit Salpetersäure von 20 pCt., in Menge darstellen und ergeben sich als 0,02—0,03''' lange, 0,002—0,0025''' breite Faserzellen.

Das *Corpus cavernosum urethrae* ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die Schwammkörper des *Penis*, nur ist 1) die Faserhaut, die im *Bulbus* auch eine Andeutung einer Scheidewand bildet, viel dünner, minder weiss und reicher an elastischen Elementen, 2) die Maschenräume enger, am engsten in der *Glans*, 3) endlich die Balken zarter und unter dem Epithel reicher an elastischen Fäserchen, sonst jedoch gebaut wie dort.

Hier ist auch der Ort, von der männlichen *Urethra* zu reden, die am *Isthmus* ein selbständiger Kanal ist, am Anfange und Ende dagegen nur aus einem von der *Prostata* und dem *Corpus cavernosum urethrae* gestützten Schleimhautkanale besteht. Die eigentliche Schleimhaut zeigt unter einer an elastischen Fasern sehr reichen Längsschicht von Bindegewebe nicht nur, wie schon erwähnt, in der *Pars prostatica*, sondern auch im häutigen Theile, obschon minder entwickelt glatte Muskeln mit den gewöhnlichen Fasergeweben gemengt in Längs- und Querzügen, auf welche dann die animalen Fasern des *Musculus urethralis* folgen. Auch in der *Pars cavernosa* enthält das submucöse Gewebe noch hie und da solche Muskeln, und stösst man immer in gewisser Tiefe auf Längsfasern mit grösserer oder geringerer Beimengung von solchen, die noch nicht zum *Corpus cavernosum* gerechnet werden können, da sie keine Venenräume zwischen sich besitzen, vielmehr eine zusammenhängende Haut bilden, welche die eigentlichen cavernösen Körper gegen die Schleimhaut der Harnröhre begrenzt. — Das Epithel der Harnröhre besteht aus blassen Cylindern von 0,012''', doch befinden sich unter denselben noch eine, vielleicht zwei Lagen von runden oder länglichrunden kleinen Zellen. An der vordern Hälfte der *Morgagni*'schen Grube finden sich schon Papillen von 0,03''' Länge und ein geschichtetes Pflasterepithel von 0,04''' Mächtigkeit. Nach *Jarjavay* gehen dieselben 1—1½ Cm., selbst 4 Cm. rückwärts und stehen reihenweise auf einem dreiseitigen nach hinten und oben schmäler werdenden Felde. — Im *Isthmus* und der *Pars cavernosa urethrae* zeigen sich ziemlich viele sogenannte *Littre*'sche Drüschen von ⅓—½''' Grösse, die im Allgemeinen an die traubenförmigen Drüsen sich anreihen, jedoch durch die schlauchförmige Gestalt und den oft stark gewundenen Verlauf ihrer 0,04—0,08''' weiten Drüsenbläschen von denselben sich unterscheiden. Einfachere Formen solcher Drüsen (Fig. 309) finden sich hie

und da mit den andern gemengt, und in der *Pars prostatica* treten an ihre Stelle ähnliche kleine Schleimbälge, wie sie oben vom *Cervix vesicae* beschrieben wurden. Das Epithel sowohl in den Bläschen der *Littre*'schen Drüsen als in den 1—2‴ langen, nach vorn gerichteten und schief die Schleimhaut durchbohrenden Ausführungsgängen ist walzenförmig, dort jedoch mehr oder weniger dem pflasterförmigen sich anreihend (Fig. 309), und die Absonderung ein gewöhnlicher Schleim, der oft in Erweiterungen der Drüsenschläuche in Menge angesammelt ist. — Lacunae Morgagni hat man kleine, unbeständige Gruben der Schleimhaut genannt, in denen ich nichts Drüsiges wahrzunehmen vermag. — Die *Fascia penis*, eine an elastischen feineren Fasern reiche Binde, umgibt den *Penis* von der Wurzel bis zur Eichel, steht am erstern Orte mit der Binde des Dammes und der Leistengegend in Zusammenhang, und betheiligt sich auch an der Bildung des an wahrem elastischem Gewebe sehr reichen Aufhängebandes der Ruthe, *Lig. suspensorium penis*, das von der *Symphyse* an den Rücken derselben geht. Nach aussen setzt sich dieselbe ohne Grenze in die Haut der Ruthe fort, welche bis zum freien Rande der Vorhaut, einer einfachen Verdoppelung der Haut, die Natur der gewöhnlichen Haut besitzt, jedoch allerdings durch ihre Zartheit und das Vorkommen einer Schicht glatter Muskeln in dem reichlichen fettlosen subcutanen Gewebe, einer Fortsetzung der *Tunica dartos* (s. §. 37), die bis in die Vorhaut hineinreicht, sich auszeichnet. Vom Rande der Vorhaut an nimmt die Bedeckung des Gliedes mehr die Natur einer Schleimhaut an, hat keine Haare und Schweissdrüsen mehr, wohl aber entwickelte Papillen, ist noch dünner, an der *Glans* innig mit dem Schwammkörper verbunden und mit einer weicheren Oberhaut (§. 49. Fig. 64. 4) immer noch von 0,035—0,056‴ versehen. Ueber die hier befindlichen Talgdrüsen *(Gl. Tysonianae)* und die Bildung der Vorhautschmiere vergleiche man §. 78 und Fig. 96.


Fig. 309.

Die Arterien des Gliedes stammen aus der *Pudenda* und zeigen nur in der Versorgung der schwammigen Körper Eigenthümlichkeiten. In den *Corpp. cav. penis* laufen, abgesehen von einigen kleinen Aestchen von der *Art. dorsalis*, nur die *Arteriae profundae penis* nahe am *Septum*, umgeben von einer bindegewebigen, mit dem Balkennetze zusammenhängenden Scheide theils gerade nach vorn, theils mit einem kleinen Aestchen in die Ruthenschenkel. Auf diesem Wege geben dieselben zahlreiche, hie und da verbundene Aeste an das Schwammgewebe ab, welche, in der Axe der Balken ausser zur Zeit der Erection gewunden verlaufend, in denselben sich verzweigen und schliesslich mit Capillaren von 0,006—0,01‴, ohne Capillarnetze zu bilden, in die Venenräume sich öffnen. Im hintern Theile des *Penis* finden sich, wie *J. Müller* entdeckte, viele Büschel und Knäuel kleiner Arterien, welche aus 3—10 bei-

Fig. 309. *Littre*'sche Drüsen aus der *Morgagni*'schen Grube des Mannes, 350mal vergr.

sammengelegenen Stämmchen von 0,01—0,08''' bestehen, die eigenthümlich rankenförmig gekrümmt und gewunden (*Arteriae helicinae*, Rankenarterien) verlaufen, jedoch nicht blind enden, sondern, wie ich finde, von ihren Enden Gefässchen abgeben, die nach *Rouget* nicht enger sind als die Zweigelchen, die sie entsenden, und wie die andern Ausläufer der Arterien weiter verlaufen und in den *Sinus* enden. Ganz gleich ist die Verzweigung auch im *Corpus cavernosum urethrae*, das von den *Artt. bulbosae, bulbo-urethrales* und *dorsales* versorgt wird, und finden sich auch hier im *Bulbus* Büschel und Knäuel von kleinen Arterien. Die Venen beginnen, wenn man will, mit den durchweg zusammenhängenden Venenräumen, aus denen an vielen nicht überall genau gleichen Orten kurze Abzugskanäle oder *Emissaria* nach aussen leiten und in die äusseren, mit besonderen Wänden versehenen Venen (*Vena dorsalis, VV. profundae* und *bulbosae* namentlich) überführen. — Die Lymphgefässe bilden sehr dichte und feine Netze in der Haut der *Glans*, in der Vorhaut und

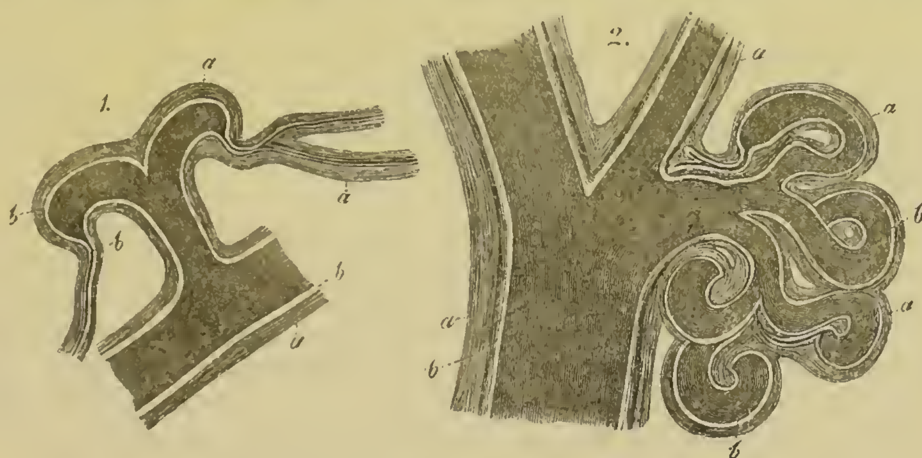


Fig. 310.

der übrigen Haut und führen durch mehrfache im Begleite der Rückengefässe verlaufende Stämme zu den oberflächlichen Leistendrüsen. Nach *Mascagni, Fohmann* und *Panizza* besitzt auch das Innere der Eichel um die *Urethra* herum zahlreiche Lymphgefässe, welche an der *Urethra* rückwärts laufen und in die Beckendrüsen übergehen.

Die Nerven des Gliedes stammen von den *Nervi pudendi* und dem *Plexus cavernosus* des *Sympathicus*, von denen die ersteren vorzüglich die Haut und die Schleimhaut der Harnröhre und nur einem kleinen Theile nach die cavernösen Körper, die letzteren Nerven nur diese versorgen. Die Endigungen der ersten Nerven verhalten sich wie bei denen der Haut, namentlich finden sich zahlreiche Theilungen und Endkolben oder *Krause*'sche Körperchen in der *Glans penis*, die der letztern sind noch nicht bekannt, obschon in den *Trabeculae* der cavernösen Körper Nerven mit feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern leicht nachzuweisen sind.

Fig. 310. Arterien aus den *Corpp. cav. penis* des Mannes eingespritzt, 30mal vergr. 1. Kleinere Arterie mit einem Seitenaste, der in zwei Rankenarterien sich spaltet, aus deren Ende wie zwei ganz feine Gefässe hervorkommen, die jedoch nichts als unvollkommen eingespritzte Arterien sind. 2. Fünf durch einen kurzen Stiel einer grösseren Arterientheilung ansitzende *Art. helicinae*. An zweien derselben sind feine ebenfalls unvollkommen gefüllte abgehende Gefässe sichtbar, die anderen endeten scheinbar blind. *a.* Balkengewebe, hier in Form von Scheiden der Arterienstämme und Rankenarterien auftretend, *b.* Wand der Arterien.

Die glatten Muskeln der *Corpp. cavernosa* sind ungemein schön im *Penis* des Pferdes und Elephanten, fehlen aber auch in denen anderer Säugethiere nicht. — In Betreff der *Art. helicinae* scheint der lange Streit nun endlich durch *Rouget* einem Ende entgegengeführt zu sein, welcher der älteren Ansicht von *Arnold* sich anschliesst. Diesem zufolge enthalten gewisse Theile der *Corpp. cavernosa* in ihren Maschenräumen eigenthümliche Arterienbüschel, ähnlich den arteriellen unipolaren Wundernetzen, deren einzelne Zweigelchen jedoch nicht blind enden, sondern in gewohnter Weise in Balken eintreten und enden. Der Anschein von blinden Ranken oder von solchen, die ein feines Gefässchen abgeben, wie die Fig. 310 sie darstellt, entsteht durch unvollkommene Einspritzung.

Das *Corpus cavernosum* der *Urethra* hat nach *Jarjavay* in seinem vordersten Theile und an der *Glans* den Bau eines venösen Wundernetzes. — In der Hülle der *Corpp. cav. penis* findet *Ellis* zwei Muskelfaserschichten, eine äussere längsverlaufende und eine innere ringförmige, deren Bündel engmaschige Netze bilden, und von denen die innere auch in das *Septum* sich fortsetzen soll, Angaben, die ich vorläufig einfach mittheile, ohne sie verbürgen zu können, da mir bisher an diesem Orte keine Muskelfasern zu Gesicht gekommen sind. — *Jarjavay* bezeichnet nur die Drüsen der *Pars membranacea* als *Littre*'sche Drüsen und nennt die der *Pars cavernosa Morgagni*'sche Lacunen, was nicht gerechtfertigt ist, da es hier nur Eine Art von Drüsen gibt, die jedoch in verschiedenen einfacheren und zusammengesetzten Formen erscheint. Von den Drüsen der *Pars cavernosa* stehen die grösseren, 5—22 an Zahl, meist in einer Reihe an der Mitte der obern Wand. Die kleineren befinden sich besonders seitlich, aber auch an der obern Wand.

Die Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bietet im Allgemeinen keine grossen Schwierigkeiten dar. Die Samenkanälchen sind ungemein leicht darzustellen, und bei etwas vorsichtiger Entfaltung derselben findet man immer auch einzelne Theilungen. Um den ganzen Verlauf derselben zu erkennen, müssen dieselben auch nach *Lauth* oder *Cooper's* Angaben, die sich in allen Handbüchern erwähnt finden, mit Quecksilber eingespritzt werden. *Gerlach* empfiehlt für die mikroskopische Untersuchung Gelatinelösung mit Carmin oder Chromblei. Zur Untersuchung der Elemente des Samens und namentlich der Entwickelung der Samenfäden sind die bekannten unschädlichen Flüssigkeiten, am besten Kochsalz von $\frac{1}{2}$ pCt. oder phosphorsaures Natron von 3—5 pCt. anzuwenden. — Das *Vas deferens* untersucht man am besten erhärtet oder getrocknet an Querschnitten, ebenso die Prostatadrüsen, wogegen die Muskeln der letztern und der *Corpp. cavernosa* nur frisch oder nach Anwendung von Salpetersäure deutlich wahrzunehmen sind.

Literatur. *A. Cooper, Obs. on the structure and diseases of the testis.* London 1830, *with 24 Plates*, deutsch, Weimar 1832; *E. A. Lauth, Mém. sur le testicule humain*, in *Mém. de la société d'histoire naturelle de Strasb.* Tom. I. 1833; *C. Krause*, Vermischte Beobachtungen, in *Müll.* Arch. 1837. S. 20; *E. H. Weber, De arteria spermatica deferente, de vesica prostatica et vesiculis seminalibus Progr.* 1836, *editum in Progr coll.* II. 1851. p. 178; Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *C. J. Lampferhoff, De vesicularum seminalium natura et usu.* Berol. 1835; R. *Leuckart*, *Vesicula prostatica*, in *Cycl. of Anat.*; *Luschka*, Die Appendiculargebilde der Hoden, in *Virch.* Arch. II. S. 310; *Kölliker*, Ueber die glatten Muskeln der Harn- u. Geschlechtsorgane, in Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln, Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Leydig*, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II; *O. Becker*, Ueber Flimmerepith. im Nebenhoden des Menschen, in Wien. Wochenschr. 1856. Nr. 12, und *Moleschott's* Unters. II. S. 71; *Fick*, Ueber d. *Vas deferens*, in *Müll.* Arch. 1856. S. 473; *Jarjavay, Rech. anat. sur l'urèthre de l'homme.* Paris 1857; *Viner Ellis*, in *Med.-chir. Trans.* 1857. p. 327; *E. Rektorzik*, Vork. e. d. pacch. Drüsen analog. Formation an der *Tunica vag. communis*, in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1857. S. 154; *L. J. Herckenrath, Bijdrage tot de Kennis van den bouw der vesicula sem.* Amstel. 1858. *Diss.*; *Lewin*, in Deutsch. Klinik. 1861. Nr. 24—33; *Ludwig* und *W. Thomsa*, Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 43; *Ch. Rouget, Rech. anat. sur les appareils érectiles*, in *Compt.*

rend. T. 44. p. 902, und *Rech. sur les organes érectiles de la femme*, in *Journ. de la Phys.* I. p. 320; *Giraldès, Note sur un organe, placé dans le cordon spermatique*, in *Proceed. of the Roy. Soc. of London* 1858. p. 231, und *Rech. anat. sur le corps innominé*, in *Journ. de la Phys.* IV. 1; *A. v. Leeuwenhoek, Arcana naturae.* p. 59; *Prévost* und *Dumas*, in *Annal. des scienc. nat.* III. 1824, und *Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève.* Vol. I. p. 188; auch in *Meek.* d. Arch. Bd. VII. S. 454; *R. Wagner*, Die Genesis der Samenthierchen, in *Müll.* Arch. 1836, und Fragmente zur Physiologie der Zeugung. München 1836; *A. Donné, Nouv. Expér. sur les animalcules spermatiques.* Paris 1827, und *Cours de microscopie.* Paris 1844; *A. Kölliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1841, und die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz, in Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch. Bd. VIII. 1846; *Krämer, Obs. microsc. et experimenta de motu spermatozoorum.* Gött. 1842; *Fr. Will*, Ueber die Secretion des thierischen Samens. Erlangen 1849; *R. Wagner* und *Leuckart*, Art. »*Semen*«, in *Todd's Cyclop. of Anat.* Jan. 1849; Art. »Zeugung«, im Handw. d. Physiol. IV; *Quatrefages, Rech. sur la vitalité d. Spermatozoides*, in *Ann. d. sc. nat.* 3. *sér.* Tom. XIX; *Newport, On the impregnation of the ovum of the amphibia*, in *Phil. Trans.* 1851. I; *Duplay, Rech. sur le Sperme des vieillards*, in *Arch. génér.* 1852. Dec.; *Ankermann, De motu et evol. filor. spermaticorum.* Regiom. 1854, und Zeitschr. f. wiss. Zool. VII; *Kölliker*, Phys. Studien über die Samenflüssigkeit, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 252, auch Würzb. Verh. VI. S. 80; *E. Godard, Etud. sur la monorchidie et la cryptorchidie.* Paris 1857. (Entw. d. Samenfäden); *J. Moleschott* und *Riechetti*, Mittel, ruhende Samenfäden zur Beweg. zu bringen, in Wien. Med. Wochenschr. 1855. Nr. 18; *B. Panizza, Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche.* Pavia 1836; *J. Müller*, Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterien, im Arch. 1834. S. 202; *G. Valentin*, Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen, in *Müll.* Arch. 1838; *Kobelt*, Die männlichen u. weiblichen Wollustorgane. Freib. 1844; *Herberg, De erectione penis.* Lips. 1844; *Kölliker*, Ueber das anat. und phys. Verhalten der cavernösen Körper der männl. Sexualorgane, in Verh. d. Würzb. med. phys. Ges. 1851; *Kohlrausch*, Zur Anat. u. Phys. d. Beckenorgane. Leipz. 1854; *Ecker, Icon. phys.* Tab. XIX.

B. Weibliche Geschlechtsorgane.

§. 202.

Die weiblichen Sexualorgane bestehen 1) aus zwei die Eier bildenden folliculären Drüsen, den Eierstöcken, mit den beiden, jedoch nicht unmittelbar mit ihnen zusammenhängenden Ausführungsgängen, den Eileitern und den Nebeneierstöcken, 2) aus dem Fruchthälter zur Bergung und Hegung der Frucht, 3) aus den die Frucht nach aussen leitenden und zugleich als Begattungsorgane dienenden Theilen, der Scheide und den äusseren Genitalien.

§. 203.

Eierstock, Nebeneierstock. Die Eierstöcke, *Ovaria*, bestehen aus besonderen Hüllen und einem die Eier enthaltenden Gewebe, *Stroma*. Erstere sind eine den unteren Rand allein frei lassende Peritonaealhülle und eine feste weisse Faserhaut, *Tunica albuginea s. propria*, von $^{1}/_{4}'''$, die das ganze Gewebe fest umschliesst und ohne scharfe Grenze genau mit ihm zusammenhängt, jedoch keine Fortsätze in das Innere abgibt, wie die entsprechende Haut des Hodens, mit der sie sonst im Baue ganz übereinstimmt. Das *Stroma* oder Keimlager ist eine ziemlich feste, aus einem derben, faserigen, jedoch nicht deutlich fibrillären Bindegewebe

mit zahlreichen spindelförmigen Bindegewebskörperchen gebildete grauröthliche Substanz, welche die Eicapseln und die Gefässe des Organs trägt. Vom untern Rande des Eierstockes, wo die Gefässe eintreten und niemals Eicapseln sitzen, erstreckt sich dasselbe als ein dichtes Blatt in das Innere des Eierstocks hinein, und strahlt dann von hier mit stärkeren und schwächeren Bündeln nach beiden Oberflächen und dem freien Rande des Organes aus, so dass mit dem Querschnitte eine pinselförmige Figur erscheint. Die Eicapseln oder Eisäckchen, gewöhnlich *Graaf*'sche Bläschen genannt, *Folliculi ovarii s. Graafiani s. Ovisacci*, vollkommen geschlossene runde Säckchen von $\frac{1}{4}-3'''$ mittlerer Grösse (Fig. 311 *a, b*), sind mehr in die äusseren Theile dieses *Stroma* eingesenkt, so dass auf Durchschnitten gut entwickelter und regelrechter Eierstöcke das Gewebe wie in eine Mark- und Rindensubstanz zerfällt, von welchen die letztere so zu sagen allein die Follikel enthält. Solche Eierstöcke sind auch allein zu gebrauchen, wenn man von der Grösse, Stellung und Zahl der *Graaf*'schen Follikel eine richtige Anschauung gewinnen will. Letztere beträgt 30 — 50 — 100 in jedem Eierstocke, und kann in manchen Fällen bis 200 ansteigen, während in verkümmerten oder entarteten Ovarien, wie sie bei älteren Frauen namentlich häufig sind, oft nur einige wenige (2 — 10), ja selbst durchaus keine Follikel anzutreffen sind.



Fig. 311.

Ein jeder Follikel besteht im ausgebildeten Zustande aus Hülle und Inhalt. Erstere lässt sich am zweckmässigsten mit einer Schleimhaut vergleichen und zeigt: 1) eine gefässreiche Faserlage, *Theca folliculi v. Baer s. Tunica fibrosa*, von verhältnissmässig nicht unbedeutender Dicke, die durch etwas lockeres Gewebe mit dem *Stroma* des Eierstocks verbunden und daher leicht als Ganzes herauszuschälen ist. Ihre äussere, etwas festere, weissröthliche Lage (Fig. 312 *a*) wird *v. Baer* von der innern, mächtigern, weichern und mehr röthlichen Schicht (Fig. 312 *b*) unterschieden, wobei jedoch zu bemerken ist, dass auch die innere Lage wiederum sich spalten lässt und dass beide Schichten aus demselben unentwickelten, mit vielen meist spindelförmigen Bildungszellen untermengten Bindegewebe bestehen. Eine zarte, gleichartige *Membrana propria* begrenzt in jungen Follikeln die Faserhaut nach innen, und ist auch später durch Einwirkung von Alkalien manchmal noch als besonderes Häutchen nachzuweisen. 2) Ein Epithelium, Körnerschicht, *Membr. granulosa* der Anatomen (Fig. 312 *c*). Dasselbe kleidet als eine 0,008 – 0,012'''

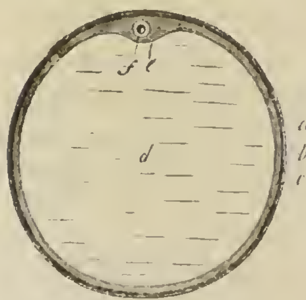


Fig. 312.

Fig. 311. Querschnitt durch den Eierstock einer im fünften Schwangerschaftsmonate Verstorbenen. *a. Graaf*'sche Follikel der unteren, *b.* der oberen Fläche, *c.* Peritonaeallamelle vom *Lig. latum* auf den Eierstock sich fortsetzend und mit *d.* der *Albuginea* verschmelzend. Im Innern sind zwei *Corpp. albicantia* (alte gelbe Körper) enthalten, *e. Stroma* des Eierstocks.

Fig. 312. *Graaf*'scher Follikel des Schweines, ca. 10mal vergr. *a.* Aeussere, *b.* innere Lage der Faserhaut des Follikels, *c. Membrana granulosa*, *d. Liquor folliculi*, *e.* Keimhügel, ein Vorsprung der *Membrana granulosa*, *f.* Ei mit *Zona pellucida*, Dotter und Keimbläschen.

und darüber dicke Lage den ganzen Follikel aus und besitzt an der der Oberfläche des Eierstocks zugewendeten Seite desselben, wo das Ei sitzt, eine warzenförmig nach innen vortretende Verdickung um dasselbe herum, Keimhügel, *Cumulus proligerus*, von $^1/_3'''$ Breite (Fig. 312 *c*). Seine 0,003—0,004''' grossen, in mehreren Schichten angeordneten, rundlich vieleckigen Zellen mit verhältnissmässig grossen Kernen und häufig einigen gelblichen Fettkörnchen, sind äusserst zart und werden bald nach dem Tode undeutlich, so dass dann das ganze Epithel nur als eine feinkörnige Haut mit vielen Kernen erscheint. — Im Innern des Follikels befindet sich eine klare, leicht gelbliche Flüssigkeit, *Liquor folliculi*, von der Beschaffenheit des Blutserum, welche fast immer einzelne Körnchen, Kerne und Zellen enthält, die kaum etwas anderes als abgelöste Theile der *Membrana granulosa* und nicht in ihr entstanden sind.

Im Keimhügel, nahe an der Faserhaut des Follikels und mithin im hervorragendsten Theile desselben, liegt das Ei, *Ovulum*, eingebettet in die Zellen desselben und von ihnen festgehalten. Berstet der Follikel oder sprengt man denselben, so tritt das *Ovulum*, umgeben von den Zellen des *Cumulus* und den benachbarten Theilen des Epithels, heraus, welche dasselbe nach Art eines Ringes oder einer Scheibe, *Discus proligerus*, Keimscheibe *v. Baer*, umfassen, jedoch nicht etwa nur mit der grössten Breite desselben zusammenhängen, sondern dasselbe ganz umschliessen. Das Ei selbst ist ein kugelrundes, im reifen Zustande $^1/_8 - ^1/_{10}'''$ messendes Bläschen, das, obschon in einigen Beziehungen eigenthümlich, doch die Bedeutung und Zusammensetzung einer einfachen Zelle hat. Die Zellmembran oder Dotterhaut, *Membrana vitellina*, ist von der ungewöhnlichen Dicke von 0,004—0,005''' und umgibt an den mikroskopischen Bildern den Inhalt oder Dotter, *Vitellus*, wie ein heller durchsichtiger Ring, daher sie auch *Zona pellucida* heisst. Dieselbe ist beim Menschen, wie es scheint, ganz gleichartig, sehr elastisch und fest, so dass sie eine bedeutende Ausdehnung erträgt, ohne zu reissen, und stimmt in ihren chemischen Verhältnissen ganz mit den *Membranae propriae* überein (§. 16). Der in frischen Eiern die Dotterhaut ganz ausfüllende, leicht gelbliche Dotter besteht aus einer zähen Flüssigkeit und vielen feinen blassen, in dieselbe eingestreuten Körnchen, zu denen in reifen Eiern auch einige Fettkörnchen sich gesellen, und enthält in reifen Eiern nicht ganz in der Mitte einen schönen bläschenförmigen Kern von 0,02''' mit hellem Inhalte und einem gleichartigen, runden, wandständigen, 0,003''' grossen Kernkörper, das Keimbläschen, *Vesicula germinativa* (das *Purkyně*'sche Bläschen), und den Keimfleck, *Macula germinativa* (der *Wagner*'sche Fleck), wie sie hier heissen.

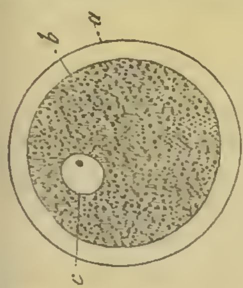


Fig. 313.

Der Nebeneierstock, ein Rest des *Wolff*'schen Körpers der Embryonen, besteht aus einer gewissen Zahl vom *Hilus ovarii* pinselförmig in den Fledermausflügel ausstrahlender Kanäle von 0,15—0,2''', die beim Men-

Fig. 313. *Ovulum* des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel, 250mal vergr. *a*. Dotterhaut, *Zona pellucida*, *b*. äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c*. Keimbläschen mit dem Keimflecke.

schen weder in das *Ovarium* ausmünden, noch mit irgend welchen andern Theilen sich verbinden und nichts als etwas helle Flüssigkeit enthalten. Dieselben bestehen aus einer Faserhaut von 0,020—0,024‴ und einer einfachen Lage blasser cylindrischer flimmernder Zellen, und sind nur als Ueberrest eines embryonalen Gebildes von Belang.

Die Arterien des Eierstocks aus der *Arteria spermatica* und *uterina* treten als viele kleine Stämmchen zwischen den Platten der *Lig. lata* vom untern Rande in den Eierstock hinein, verlaufen im innern Theile seines *Stroma* geschlängelt weiter, und enden einerseits im *Stroma* selbst und in der *Albuginea*, vor allen aber in den Wänden der *Graaf*'schen Follikel, wo sie ein äusseres gröberes und ein inneres feines, bis an die *Membr. granulosa* heranreichendes Netz erzeugen. Die Venen entspringen an denselben Orten, sind beim Menschen in den Wänden grösserer Follikel meist sehr schön zu sehen, bilden am *Hilus ovarii* einen reichen Plexus *(Rouget)*, und enden an den *Venae uterinae* und *spermaticae internae*. Von Lymphgefässen kommen einige Stämmchen aus dem *Hilus ovarii* hervor und begeben sich mit den Blutgefässen weiter zu den Lenden- und Beckendrüsen, und was die Nerven anlangt, so stammen dieselben aus dem *Plexus spermaticus*, dringen als kleine Stämmchen, mit feinen Nervenröhren und *Remak*'schen Fasern mit den Arterien in den Eierstock ein, sind jedoch in ihrem letzten Verhalten noch nicht erforscht.

Meine frühere Vermuthung, dass die Kanäle des Nebeneierstockes flimmern, gründete sich auf die in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 446 mitgetheilte Beobachtung über flimmernde Cysten in den breiten Mutterbändern, und ist nun von *Becker* durch unmittelbare Beobachtung bestätigt worden (l. s. c. S. 74). Dieser Forscher fand bei einer Stute in zahlreichen Cysten am *Ovarium* ebenfalls Flimmerepithel. — An den Eiern ist die *Zona pellucida* als eine secundäre Zellmembran anzusehen, obschon an reifen Eiern kaum noch eine primäre Hülle dicht um den Dotter angenommen werden kann. Bei Kaninchen hat *Remak* an der *Zona* eine feine Streifung in der Richtung der Dicke beobachtet, welche neulich *Quincke* auch bei der Kuh auffand. Ich kann diese letztere Beobachtung bestätigen und stehe nicht an, zu behaupten, dass dieselbe von Porenkanälchen abhängt. *Quincke* sah auch einmal an einem menschlichen Eie eine Andeutung einer solchen Streifung.

In dem *Stroma ovarii* hat man schon oft nach glatten Muskeln gesucht, seit ich zuerst auf die Möglichkeit des Vorkommens solcher Elemente aufmerksam gemacht (Mikr. Anat.). In der That behaupten auch *Rouget*, *Klebs* und *Aeby* das Vorkommen von solchen beim Menschen und bei Säugern. Die Angaben von *Rouget* (l. c. S. 737, 738) sind jedoch so allgemein und unbestimmt, dass sie keine Beachtung beanspruchen können, und wenn *Klebs* sagt, dass das *Stroma ovarii* aller Säugethiere äusserst reich an glatten Muskeln sei, so erweckt diess auch nicht gerade den Glauben, dass dieser Forscher im Stande sei, glatte Muskelfasern zu erkennen, denn so viel ist sicher, dass wenn solche Elemente vorkommen, sie nur in sehr spärlicher Zahl sich finden. *Aeby* hat bestimmte Schilderungen und Abbildungen der Elemente gegeben, die er für glatte Muskeln hält, und daraus ersieht man, dass er, wie er auch selbst zugibt, dieselben Elemente meint, die ich von jeher als dem Bindegewebe angehörende Spindelzellen bezeichnet habe und die ich nach meinem jetzigen Standpunkte in der Bindegewebsfrage für Bindegewebskörperchen halte. Ich sehe auch jetzt keinen Grund, diese Elemente, die anatomisch von den glatten Muskelzellen verschieden sind und deren physiologische Uebereinstimmung mit denselben auch nicht nachgewiesen ist, für Muskelfasern zu erklären. — In den Eierstöcken der Fische, Amphibien und Vögel finden sich nach den Untersuchungen von *Leydig*, *Rouget* und *Aeby* unzweifelhafte glatte Muskelfasern, die ich selbst vom Frosche schon seit Langem kenne, wo sie scheidenartig die Arterien umhüllen.

§. 204.

Loslösung und Wiederbildung der Eier, gelbe Körper. Vom Eintritte der Geschlechtsreife an bis zur Involutionszeit findet in den Eierstöcken eine beständige Loslösung der Eier durch Bersten der *Graaf*'schen Bläschen statt, welche unabhängig von der Begattung bei Frauen und Jungfrauen vor Allem an die Zeit der *Menses* sich hält, jedoch unter noch nicht genau ermittelten Verhältnissen auch ausserhalb dieser Zeit vorkommen kann und häufig vorkommt. Bei Thieren zeigt sich derselbe Vorgang zur Brunstzeit, wobei jedoch die Paarung ein nothwendigeres Moment zu seiner Vollendung zu sein scheint, und lassen sich hier die anatomischen Vorgänge in grosser Vollständigkeit verfolgen, während beim Menschen die Gelegenheit zu solchen Beobachtungen schon seltener sich darbietet.

Wenn die *Graaf*'schen Follikel der Zeit des Berstens näher rücken, so vergrössern sich dieselben nach und nach bis zum Umfange von 4—6‴ und darüber, und treten immer mehr an die Oberfläche hervor, bis sie warzen- oder halbkugelförmig über dieselbe hervorragen und nur noch von einem dünnen Häutchen, der sehr verdünnten *Albuginea* sammt ihrer Bauchfellbekleidung, bedeckt sind. Zugleich mehren sich ihre Gefässe ungemein, und wird durch fortwährende Ausschwitzungen aus denselben der *Liquor folliculi* immer reichlicher, während die Faserhaut des Eisäckchens am Boden und an den Seitenwänden, nicht da, wo das Ei liegt, nach innen sich verdickt und auch die *Membrana granulosa* etwas anschwillt, und grössere Zellen (bis zu 0,01‴) erhält. Haben diese Vorgänge eine gewisse Höhe erreicht, so vermögen die dünnen entgegenstehenden Hüllen dem fortgesetzten und immer zunehmenden Drucke vom Innern des Follikels her, nicht mehr zu widerstehen, dieselben reissen am erhabensten, am meisten verdünnten Punkte, wo gerade das Eichen sitzt, ein, und dieses tritt, wenn gerade der Eileiter an diesen Follikel sich angelegt hat, umgeben von den Zellen des Keimhügels, in denselben hinein. Hiermit hat aber der *Graaf*'sche Follikel seinen Lebenslauf noch nicht geschlossen, vielmehr treten noch eine Reihe zum Theil neuer Bildungen in demselben auf, vermöge welcher er zuerst zu einem sogenannten **gelben Körper** wird und schliesslich ganz verschwindet.

Diese **gelben Körper**, *Corpp. lutea*. zeigen sich am vollkommensten ausgeprägt, wenn auf die Loslösung des Eies eine Empfängniss und Schwangerschaft erfolgt, und stellen in ihrer Blüthe rundliche oder länglichrunde feste Körper dar, von meist etwas bedeutenderer Grösse als die früheren Follikel, die in der Regel schon von aussen als Hervorragungen sichtbar sind und auf dem höchsten Theile eine strahlige, von dem Risse im *Graaf*'schen Follikel und in den Hüllen des Eierstocks herrührende **Narbe** zeigen. Zu äusserst haben dieselben als Begrenzung gegen das *Stroma* des Eierstocks eine dünne weissliche Faserhaut (Fig. 314. 2 *f*), dann folgt ein gelbliches, vielfach gefaltetes und daher viel dicker erscheinendes gefässreiches Blatt (Fig. 314 *c*), und im Innern befindet sich eine grössere oder kleinere, entweder mit geronnenem Blute (einem Blutpfropfen), oder einer von Blut gefärbten, etwas gallertigen Flüssigkeit erfüllte Höhlung (Fig. 314 *d*, *e*). Die **Entstehung** dieser Körper anlangend, so ist leicht ersichtlich, dass der Kern derselben aus dem beim Bersten des Follikels ergossenen Blute, manchmal gemengt mit

einem Reste des *Liquor folliculi* besteht, und dass die äussere Faserhaut die äussere Lage der ursprünglichen Faserhaut des Follikels ist; was die gelbe gefaltete Rindenlage betrifft, so kommt dieselbe grösstentheils auf Rechnung der innern Lage der Faserhaut des ursprünglichen Follikels, welche schon vor dem Austreten der Eier sich auflockert und nach demselben rasch bis zur Dicke von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ und darüber sich verdickt. An dieser Wucherung scheinen auch die nicht mit dem Eie aus dem Follikel ausgestossenen Reste seines Epithels, der *Membr. granulosa* sich etwas mit zu betheiligen, doch nur untergeordnet und lange nicht in dem Grade, wie die genannte Schicht, deren Wucherung von der Bildung einer ungemeinen Zahl von kleinern und grössern Zellen begleitet ist, die zum Theil in junges Bindegewebe und Gefässe übergehen, zum Theil im Zustande von Zellen verharren und dann durch ihre bis auf 0,01 — 0,02''' ansteigende Grösse, schöne bläschenförmige Kerne mit *Nucleoli* und eine grössere oder geringere Zahl von gelb gefärbten Fetttropfen im Innern sich auszeichnen. Der so beschaffene gelbe Körper verharrt nun einige Zeit, bis zum zweiten oder dritten Schwangerschaftsmonate, in seiner ursprünglichen Grösse, indem die gelbe Rindenlage sich noch fortwährend verdickt, während sein Kern (mag derselbe nun ein Blutstropfen sein, oder eine röthliche Gallerte mit einer kleinen Höhlung im Innern) allmählich abnimmt und sich entfärbt, und zugleich wird sein Gewebe entwickelter und dichter, dadurch, dass einerseits die innere Masse in Fasergewebe sich umwandelt, andrerseits die gelbe Rinde inniger mit derselben verschmilzt und immer reichlicheres junges Bindegewebe in sich entwickelt. Im vierten und fünften Monate beginnt das Schwinden des gelben Körpers, schreitet bis zum Ende der Schwangerschaft langsamer fort, so dass derselbe bei im Wochenbette Gestorbenen immer noch im Mittel 4''' misst, nachher rascher, bis endlich nach einigen Monaten der umgewandelte *Graaf*'sche Follikel ganz geschwunden oder zu einem winzigen, verschiedentlich gefärbten Körperchen geworden ist, das freilich noch lange bestehen kann, um vielleicht erst nach Jahren ganz sich zu verlieren. Solche verkümmerte gelbe Körper (*Corpora albicantia* und *nigra*) haben anfangs noch eine besondere Begrenzung, einen zackigen, selten noch mit einem kleinen Hohlraume versehenen Kern von grauweisser oder rother, brauner, selbst schwarzer, von verändertem Hämatin herrührender Farbe, und eine in verschiedenen Abstufungen gelb oder gelbweiss, selbst ganz weiss gefärbte, oft noch deutlich gefaltete Rinde, werden jedoch später zu unförmlichen, mit dem *Stroma* des *Ovarium* zusammenfliessenden Flecken. Ihre Elemente sind Spindelzellen, wie sie auch das Eierstocksstroma bilden, dann verschiedene

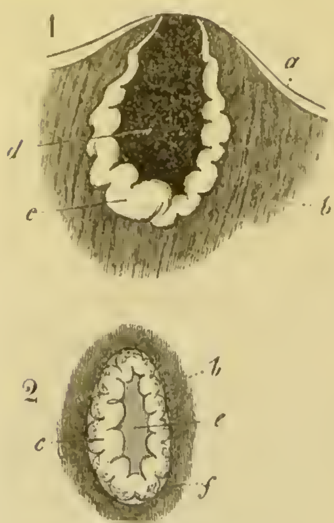


Fig. 314.

Fig. 314. Zwei gelbe Körper in natürlicher Grösse im Durchschnitte. 1. Ganz frisch, acht Tage nach der Empfängniss. 2. Aus dem fünften Monate nach der Schwangerschaft. *a. Albuginea*, *b. Stroma ovarii*, *c.* verdickte und faltige Faserhaut des Follikels (innere Lage), *d.* Blutpfropf innerhalb derselben, *e.* entfärbter Blutpfropf, *f.* Faserhülle, die den gelben Körper begrenzt.

Pigmentkörnchen und gefärbte Krystalle (Hämatoidin), *Virchow's* Myelin, so wie weisses und gelbes Fett, welches letztere in der Rindensubstanz anfänglich noch in grösseren runden, länglichen oder spindelförmigen Zellen sich findet, schliesslich durch ein Zerfallen derselben ebenfalls frei wird und zuletzt einer mehr oder minder vollkommenen Aufsaugung anheimfällt.

Bei den gelben Körpern, deren Bildung nicht in die Zeit einer Schwangerschaft fällt, sind die Vorgänge zwar im Allgemeinen die gleichen, wie bei den andern, doch folgen sich dieselben mit viel grösserer Raschheit, so dass diese Körper in der Regel in Zeit von einem oder zwei Monaten ganz oder bis auf geringe Spuren verschwinden, wesshalb sie auch niemals das eigenthümliche Gefüge der andern, die man auch die wahren gelben Körper genannt hat, besitzen.

Für die vielen während der ganzen Blüthezeit des Lebens aus den Eiersäckchen verschwindenden Follikel wird ein Ersatz gegeben dadurch, dass auch bei Erwachsenen beständig neue Eicapseln entstehen und zu *Graaf*'schen Follikeln heranwachsen. Bei Thieren sind diese in die Zeit der Brunst fallenden, von *Barry*, *Bischoff* und *Steinlin* zuerst beobachteten Neubildungen sehr ergiebig und äusserst leicht zu beobachten, während beim Menschen die Gelegenheit hierzu seltener sich darbietet. Doch habe ich vor Kurzem in den Eierstöcken einer im siebenten Monate der Schwangerschaft Verstorbenen (Selbstmörderin) in der Rinde des Organes ganz junge Eicapseln bis zu solchen von 0,01''' in derselben Menge gesehen, wie sie bei Thieren gefunden wird, und bezweifle ich demzufolge, zusammengehalten mit einigen älteren Beobachtungen ähnlicher Art (Mikr. Anat. II. 2. S. 439) nicht, dass auch beim Menschen zeitlebens neue Follikel sich bilden.

Ich überlasse die Schilderung der allerersten Entwickelung der Eier der Entwickelungsgeschichte, um so eher, als die neuen Beobachtungen von *Pflüger*, nach denen die Eicapseln in drüsenartigen Schläuchen sich bilden sollen, bis jetzt nur durch vorläufige Mittheilungen bekannt geworden sind. Was die Bildung der Eicapseln und Eier bei erwachsenen Geschöpfen betrifft, so haben vor Kurzem *Klebs*, *Quincke* und *Schrön* mehr weniger Ausführliches mitgetheilt, mit Bezug worauf ich Folgendes bemerke. Die Lage von freien Eiern, welche *O. Schrön* in der Rindenschicht des *Ovarium* von erwachsenen Säugethieren (Kaninchen, Katze, Hund, Fuchs, Schaf, Kuh, Ratte) beschreibt und die er auch in Einem Falle bei einem 23jährigen menstruirenden Mädchen sah, habe ich bis jetzt nicht wahrgenommen, vielmehr habe ich beim Menschen und Kaninchen an dieser Stelle stets kleine Eicapseln getroffen, von derselben Gestalt und Grösse, wie sie die Fig. 315 zeigt. Da *Schrön* bei Katzen die Grösse der freien Eier auf 0,026''' angibt, die von mir beobachteten kleinsten Eicapseln dagegen 0,01''' betrugen, so möchte ich glauben, dass derselbe die kleinen Epithelzellen der jüngsten Follikel übersehen hat. — Die Bildung der Eicapseln ist bei ausgebildeten Geschöpfen nicht mit Bestimmtheit zu sehen, immerhin kann ich versichern, dass um diese Zeit keine *Pflüger*'schen Schläuche da sind. Ebensowenig habe ich bei Neugebornen und älteren menschlichen Embryonen

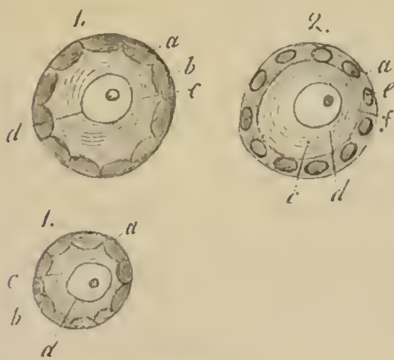


Fig. 315.

Fig. 315. Drei *Graaf*'sche Follikel aus dem Eierstocke eines neugeborenen Mädchens, 350mal vergr. 1. ohne, 2. mit Essigsäure. *a* Structurlose Haut der Follikel, *b*. Epithel (*Membrana granulosa*), *c*. Dotter, *d*. Keimbläschen mit Fleck, *c̄*. Kerne der Epithelzellen, *f*. Dotterhaut, sehr zart.

etwas von solchen Schläuchen gesehen, vielmehr sprechen alle Thatsachen für den von mir schon lange vertheidigten Bildungshergang, wornach die Follikel als freie Zellenhäufchen auftreten, deren innerste Zelle das Ei ist. Dagegen habe auch ich wie *Quincke* von den Thatsachen mich überzeugt, aus denen dieser Forscher Theilungen der Eier und Follikel ableitet, und erlaube ich mir nur zu bemerken, dass abgesehen von dem, was auf das Ei sich bezieht, diese Theilungen und Abschnürungen ganz an die erinnern, die nach *Remak's* und meinen Erfahrungen in der embryonalen Schilddrüse sich machen. Ich halte es selbst für möglich, dass grössere Eicapseln ohne Mitbetheiligung ihrer Eier durch Wucherungen ihres Epithels neue Eicapseln und Eier erzeugen.

§. 205.

Eileiter und Gebärmutter. Von den drei Häuten des Eileiters zeigt die äusserste, dem Bauchfelle angehörende, nichts Bemerkenswerthes. Die mittlere oder glatte Muskelhaut ist namentlich an der innern Hälfte der Eileiter ziemlich dick, und besteht aus äussern längsverlaufenden und innern queren Fasern, deren Elemente selbst zur Zeit der Schwangerschaft sich ziemlich schwer darstellen lassen und mit viel undeutlich faserigem Bindegewebe mit zahlreichen spindelförmigen Bindegewebskörperchen von derselben Form wie im *Stroma* des Eierstocks untermengt sind. Die innerste Haut ist die Schleimhaut, eine dünne weissröthliche weiche Lage, die durch eine geringe Menge submucösen Gewebes mit der Muskelhaut sich verbindet, keine Drüsen (*Bowman* und *Hennig* beschreiben Drüsen der *Tuba*, die ich noch nicht gesehen) und Zotten, wohl aber einige Längsfalten zeigt und aus mehr unentwickeltem Bindegewebe mit vielen spindelförmigen Bindegewebskörperchen besteht. An ihrer innern Oberfläche vom *Uterus* bis zum freien Rande der Fimbrien, und selbst darüber hinaus (*Becker*), sitzt eine einfache Lage von kegelförmigen oder fadenförmig auslaufenden flimmernden Zellen von 0,006 — 0,01‴, deren deutliche Wimpern einen vom *Ostium abdominale* zum *Ost. uterinum* hinlaufenden Strom erzeugen und somit wohl bei der Fortbewegung der *Ovula*, nicht aber der des *Sperma*, sich betheiligen.

Die Gebärmutter hat dieselbe Zusammensetzung, wie der Eileiter, nur sind die Muskel- und Schleimhaut viel mächtiger und zum Theil anders beschaffen. An der blassröthlichen Muskelhaut lassen sich am passendsten drei Lagen unterscheiden, welche jedoch nicht wie anderwärts (am Darme z. B.) scharf von einander geschieden sind. Die äussere Schicht besteht aus Längs- und Querfasern, von denen die erstern als eine mit der *Serosa* innig verbundene zusammenhängende dünne Lage über den Grund und die vordere und hintere Fläche bis zum *Cervix* sich erstrecken, während die mächtigern Querfasern rings um das Organ herum ziehen und auch zum Theil über den Uterus hinaus in die *Ligg. rotunda*, *ovarii* und *lata*, und auf die Eileiter sich fortsetzen. Die mittlere Lage ist die mächtigste, zeigt quere, längsverlaufende und schiefe platte Bündel, die verschiedentlich sich durchflechten, und enthält stärkere Gefässe, besonders Venen, daher sie am schwangern Uterus namentlich ein schwammiges Ansehen besitzt. Die innerste Schicht endlich ist wieder dünner, und wird von einem Netze von dünnern Längsfasern und stärkern queren und schiefen Fasern gebildet, die an den Eileiterumhüllungen oft sehr deutliche Ringe darstellen. Im *Fundus*, wo die Gebärmutter die grösste Dicke hat, ist die mittlere Lage am stärksten und oft wie aus mehrern Schichten zusammengesetzt, während am dünnern

Cervix vorzüglich quere Fasern mit einzelnen längsziehenden untermengt zu finden sind. Gegen den äussern Muttermund und an diesem selbst liegen sehr entwickelte Querfasern unmittelbar unter der Schleimhaut, und können auch als Schliesser desselben, *Sphincter uteri*, bezeichnet werden, ausserdem finden sich hier auch noch in den Falten der *Plicae palmatae* ganz oberflächlich Muskelfasern (*Hélie* und *Chenantais* bei *Guyon* l. c. p. 204). — Bezüglich auf die Elemente, so bestehen alle diese Lagen aus kurzen (von 0,02 —0,03‴) spindelförmigen Muskelzellen mit längsovalen Kernen, die wegen der grossen Menge des sie durchziehenden derben, an Faserzellen reichen Bindegewebes, von derselben Form, wie im *Stroma ovarii*, nur sehr schwer sich isoliren lassen, und selbst durch Salpetersäure von 20 pCt. nicht so deutlich zum Vorschein kommen, wie anderwärts.

Die Schleimhaut des Uterus ist eine weisse oder weissröthliche Haut, die mit der Muskelhaut fest zusammenhängt und nicht von ihr sich ablösen lässt, jedoch auf Durchschnitten durch ihre meist hellere Farbe, obschon selten scharf, von ihr sich abgrenzt. Abgesehen von ihrer Grundlage, welche aus dem in den weiblichen Genitalien nirgends fehlenden, mehr unentwickelten Bindegewebe mit zahlreichen Faserzellen ohne elastische Elemente besteht, und dem Epithelium, das durchweg ein einfaches Flimmerepithelium mit blassen Zellen bis zu 0,016‴ und zarten von aussen nach innen schlagenden Wimpern darstellt, ist die *Mucosa* im Körper und Grunde, und im Cervicalkanale verschieden gebaut. Am erstern Orte ist dieselbe zarter, röthlicher und dünner (von ½ — 1‴), an der innern Oberfläche glatt und ohne Papillen, aber hie und da mit einigen grössern Falten besetzt. In derselben finden sich sehr viele kleine Drüsen, die schlauchförmigen Drüsen des Uterus auch Uterindrüsen, *Glandulae utriculares s. uterinae*, welche die grösste Aehnlichkeit mit den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmes haben, und einfache oder gabelig getheilte, am Ende nicht selten spiralig gedrehte, dicht stehende Schläuche darstellen, von derselben Länge als die Schleimhaut dick ist, und 0,02 — 0,03‴ Breite. Dieselben bestehen aus einer sehr zarten gleichartigen Haut und einem regelmässigen Cylinderepithelium, und münden für sich allein oder zu zweien und dreien beisammen mit Oeffnungen von $^1/_{30}$‴ aus. Von geformten Theilchen enthalten diese Drüsen nichts, wohl aber löst sich ihr Epithel sehr leicht ab und kann als ein grauweisslicher, sie erfüllender Saft erscheinen. In Krankheiten werden die Drüsen sehr leicht zerstört, doch sah sie *H. Müller* noch bei 70 — 80jährigen.

Im *Cervix* ist die Schleimhaut weisser, fester und dicker (von 1—1½‴), namentlich an der vordern und hintern Wand, wo die bekannten *Plicae palmatae* liegen, zwischen denen grössere und kleinere, bis 1‴ und darüber tiefe, buchtige, von walzenförmigem Epithel ausgekleidete, schief nach unten gerichtete Gruben sich befinden, die zwar von gewöhnlichen Schleimdrüsen sehr wesentlich abweichen, aber doch, als Absonderungsorgane des zähen glasartigen Schleimes des *Cervix uteri*, mit dem Namen der Schleimbälge des Uterus bezeichnet werden können. Nach *E. Wagner* ist die Länge dieser drüsigen Gebilde ½ — 1ᵐᵐ, die Breite 0,04 — 0,08ᵐᵐ. In dieser Gegend finden sich auch sehr häufig mit derselben Absonderung gefüllte geschlossene, aus einer Bindegewebslage und niedrigen Cylinderzellen gebildete Bläschen von ⅓ — 1 — 2‴ und darüber, die sogenannten *Ovula Nabothi*,

welche man geneigt sein könnte, für geschlossene Drüsenbläschen, wie die *Graaf*'schen Follikel zu halten, welche zeitweise bersten, die jedoch nichts als erweiterte und geschlossene Schleimbälge, zum Theil auch pathologische Neubildungen sind, und hie und da auch in der Schleimhaut des *Corpus uteri* sich finden. — Das untere Drittheil oder die untere Hälfte des Cervicalkanales enthält warzen- oder fadenförmige, von Flimmercylindern bekleidete Papillen von 0,1 — 0,3''' Länge, mit einer oder mehrfachen Gefässschlingen und äusserst vielen kleinen Kernen (Zellen?), auch wohl blassen Fetttropfen im Innern. Das Epithel im Cervicalkanale und im Uterus scheint zu wechseln, wenigstens schreibt *Henle* der untern Hälfte des Halses Pflasterepithel zu, und *Becker* findet Flimmerepithel nur im Grunde des Uterus. — Die *Portio vag. uteri* besitzt aussen ganz dieselbe Schleimhaut, wie die Scheide (siehe unten). Von den Papillen derselben sind nach *Ullmann* einzelne zusammengesetzt.

Die Gefässvertheilung im nicht schwangern Uterus zeigt mit Bezug auf das feinere Verhalten nicht viel Besonderes. Die gröbern Arterienäste verlaufen in der Muskelsubstanz, und verbreiten sich von hier nach beiden Seiten in die Muskelhaut und Schleimhaut. Diese hat wie überall gröbere Gefässe in der Tiefe, feinere in den oberflächlichen Theilen, welche letzteren, nachdem sie die Drüsen mit feinern Capillaren umgeben haben, ein äusserst reiches und zierliches Netz weiterer Gefässe (von 0,006–0,01''') an der Oberfläche bilden, aus dem die weiten klappenlosen dünnwandigen Venen entspringen, die wie die Arterien nach aussen ziehen. Die wahrscheinlich in der *Mucosa* beginnenden Lymphgefässe sind ungemein zahlreich, bilden gröbere und feinere Netze unter dem Peritonaealüberzuge und leiten durch beträchtliche mit den Blutgefässen verlaufende zahlreiche Stämme theils zu den Beckendrüsen, theils mit den *Vasa spermatica* zu den Lendengeflechten. Die mit vielen feinen und einzelnen dicken Nervenröhren versehenen Nerven des Uterus von den *Plexus hypogastrici* und *pudendi* treten geflechtartig verbunden in den breiten Mutterbändern an den Uterus heran, und verästeln sich vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend in der Muskelsubstanz vom *Fundus* bis zum Halse, an welch letzterem Orte sie am reichlichsten sind. Dieselben sind weiss und besitzen im Uterus drin keine Ganglien, ihr Verhalten in der Schleimhaut und ihre sonstige Endigung ist unbekannt.

Von den Uterusbändern sind die *Ligg. lata, anteriora* und *posteriora* Verdoppelungen des Bauchfells, welche neben den zu- u. abtretenden Gefässen und Nerven auch vom Uterus auf sie übertretende glatte Muskelfasern in ziemlicher Zahl enthalten. Dasselbe Gewebe findet sich, ebenfalls von der Gebärmutter abstammend, spärlich in den *Ligg. ovarii* und in sehr bedeutender Menge in den *Ligg. rotunda*, als längsziehende von Bindegewebe umgebene Bündel, an die am innern Leistenringe auch ziemlich viele, oft bis gegen den Uterus heranreichende quergestreifte Muskelfasern sich anschliessen. Nach *Rouget* finden sich glatte Muskelfasern auch längs der *Vasa spermatica interna*, die im obern Theile der *Ligg. lata* sich verlieren, und zwischen dem Abdominalende der *Tuba* und dem Eierstocke, was ich bestätigen kann.

Der Eileiter hat manchmal zwei, ja selbst drei *Ostia abdominalia*. *G. Richard* (*Anat. des trompes de l'uterus. Thèse.* Paris 1851), der diese Abweichung zuerst erwähnt,

hat dieselbe unter 30 Fällen fünfmal gesehen und auch blinde Nebenmündungen mit Fransen gesehen. Aehnliche Fälle beschreibt auch *W. Merkel* (Beitr. zur path. Entw. d. Genit. Erl. 1856. Diss.).

Rouget bezeichnet das Gewebe des Uterus und der Eierstöcke als erectil. Wäre damit nur gesagt, dass diese Theile viele Arterien und reiche Venenplexus enthalten, und wie andere gefässreiche Theile einer Schwellung fähig sind, so könnte man sich den Ausdruck gefallen lassen. Da jedoch *Rouget* auch eine Vergleichung mit den *Corpora cavernosa* der äusseren Geschlechtstheile anstellt, so muss bestimmt hervorgehoben werden, dass etwas diesen Gleiches in den inneren weiblichen Geschlechtstheilen nirgends sich findet. —

§. 206.

Veränderungen des Uterus zur Zeit der Menstruation und Schwangerschaft. Während der Periode vergrössert sich der ganze Uterus und lockert sich auf, was wohl vorzüglich auf Rechnung der sich ausdehnenden Gefässe und der bedeutenderen Durchtränkung des ganzen Organs mit Blutplasma zu setzen ist, wenigstens habe ich in der Muskelhaut ausser einer leichteren Darstellbarkeit ihrer Elemente keine weiteren Veränderungen gefunden. Dagegen nimmt die Schleimhaut wirklich zu, verdickt sich bis zu 1, 2, selbst 3''', ja in ihren vortretenden Falten bis zu 5 — 6''', wird weicher und zeigt prächtige, leicht darstellbare Schlauchdrüsen von 1 — 3''' Länge und 0,036 — 0,04''' Breite, und viele junge, runde und spindelförmige Zellen in ihrem Gewebe. Die Blutgefässe der Schleimhaut, aus denen vorzüglich das Menstrualblut stammt, sind im ganzen Umfange des Uterus, besonders im Körper und Grunde, ungemein zahlreich und ausgedehnt, was namentlich von dem oberflächlichen Capillarnetze gilt, wesshalb auch die *Mucosa* lebhaft roth gefärbt erscheint. Mit dem Austritte des Blutes aus den oberflächlichen zerreissenden Capillaren wird auch das Epithel der Schleimhaut grossentheils abgestossen, mit Ausnahme desjenigen des *Cervix*, und findet sich dasselbe immer in grosser Menge in dem mit Blut gemengten Schleime, der das *Cavum uteri* erfüllt, dagegen ist es nicht als regelrecht zu betrachten, wenn nach der Periode oder zur Zeit derselben die ganze Uterusschleimhaut oder Stücke derselben sich ablösen. — Nach der Periode treten die Theile rasch in ihre alten Verhältnisse wieder ein und bildet sich das Epithelium neu.

Ganz andere Veränderungen setzt die Schwangerschaft am Uterus, unter denen jedoch vom Standpunkte der Gewebelehre aus nur die Zunahme des Organs von Interesse ist, die bekanntlich auf einer ungemeinen Vergrösserung des Umfangs und der Höhle des Organes zuerst mit Verdickung, dann, vom fünften Monate an in der Regel, mit Abnahme der Wände und einer im Mittel 24fachen Massenvermehrung (*J. F. Meckel*, Anat. IV. 691) beruht. Die Art und Weise des Zustandekommens derselben war, was die histiologischen Verhältnisse anlangt, bis vor nicht langer Zeit so zu sagen ganz unbekannt, lässt sich aber jetzt in den Hauptpunkten ganz genügend darlegen. Die Hauptveränderungen finden sich in der Muskelhaut, auf deren Rechnung vorzüglich die Zunahme der Masse des Uterus zu setzen ist, und zwar sind es hier zwei Vorgänge, welche gemeinschaftlich an derselben sich betheiligen, einmal eine Vergrösserung der schon vorhandenen muskulösen Elemente und zweitens eine Neubildung von solchen. Erstere ist so bedeutend, dass die contractilen Faserzellen statt 0,002 — 0,003''' Länge,

0,002''' Breite wie sonst, im fünften Monate 0,06—0,12''' Länge, 0,0025—0,006, selbst 0,01''' Breite, in der zweiten Hälfte des sechsten Monats 0,1—0,25''' Länge, 0,004—0,006''' Breite, 0,002—0,0028''' Dicke besitzen, somit um das 7—11fache in der Länge und das Doppelte bis 5fache in der Breite zunehmen. Die Neubildung von Muskeln ist in der ersten Hälfte der Schwangerschaft besonders in den innersten Lagen der Muskelhaut zu beobachten, wo junge, runde Zellen von 0,01—0,018''' Grösse in allen Uebergängen in Faserzellen von 0,02—0,03''' stets in Menge sich finden, mangelt jedoch auch in den äussern Schichten nicht. Vom sechsten Monate an scheint diese Entstehung von Muskeln aufzuhören, wenigstens fand ich in der 26. Woche im ganzen Uterus nichts als die vorhin erwähnten mächtigen Faserzellen und keine Spur mehr ihrer frühern Formen. Gleich wie die Muskeln nimmt auch das sie vereinende Fasergewebe zu, und zeigt gegen das Ende der Schwangerschaft zum Theil deutliche Fibrillen. Während die Muskelhaut in dieser Weise wächst, hat auch die Schleimhaut mannichfach sich verändert.



Fig. 316.

Sie ist es eigentlich, welche die Umwandlungen des *Uterus gravidus* einleitet, indem sie schon in der zweiten Woche bis zu 2—3''' sich verdickt, weicher, lockerer und röther wird, stärker vorragende Falten bekömmt und bestimmter von der Muskelhaut sich abgrenzt, welche Eigenthümlichkeiten je länger um so deutlicher hervortreten. Mikroskopisch untersucht ergibt sich, dass nicht nur ihre Gefässe stärker ausgedehnt sind, sondern auch eine reichliche Neubildung von Bindegewebe in ihrem Gewebe und eine bedeutende Vergrösserung der schlauchförmigen Drüsen stattgefunden hat, welche letzteren nun 2—3''' Länge und 0,04—0,11''' Breite, 0,08''' im Mittel betragen. Im weitern Verlaufe gestaltet sich nun aus dem grössten Theile der gewucherten Schleimhaut die bekannte *Decidua vera*, während ein andrer Theil an der Anheftungsstelle des Eies zur *Placenta uterina* sich umwandelt, und durch eine Wucherung vom Rande dieser Theile aus die *Reflexa* um das Ei herum entsteht, Vorgänge welche hier nicht weiter zu besprechen sind. Nur das kann bemerkt werden, dass die Utriculardrüsen in der *Vera* nach und nach zu weitern Säckchen sich umwandeln, deren Oeffnungen dieselbe und den Rand der *Reflexa* wie siebförmig durchbrochen erscheinen lassen, ferner dass die *Deciduae* vom zweiten Monate an zwar allmählich an Dicke abnehmen, wegen der Vergrösserung der innern Oberfläche des Uterus jedoch in der Massenzunahme noch lange nicht stille stehen, endlich dass ihr Gewebe zu

Fig. 316. Muskelelemente aus einem fünfmonatlichen schwangern Uterus. *a*. Bildungszellen der Muskelfasern, *b*. jüngere, *c*. entwickelte Faserzellen. 350mal vergr.

jeder Zeit aus grössern und kleinern runden Zellen mit prächtigen, oft mehrfachen Kernen, aus zum Theil sehr grossen Faserzellen mit schönen grossen Kernen und namentlich in der *Vera* aus zahlreichen Gefässen besteht, wogegen ein Epithel, die ersten Monate ausgenommen, an den *Deciduae* nicht mehr zu finden ist. — Die Schleimhaut des *Cervix* nimmt an der Bildung der *Deciduae* keinen Antheil, und behält ihr Epithel (ohne Flimmern) während der ganzen Schwangerschaft. Doch wulstet sich dieselbe ebenfalls auf und vergrössern sich vor Allem ihre Schleimbälge, welche den bekannten, den Cervicalkanal ganz erfüllenden Schleimpfropf liefern.

Die seröse Hülle nimmt zwar nicht in dem Grade, wie die Schleimhaut, doch ebenfalls deutlich an Stärke zu, dagegen ist die Verdickung der Uterusbänder, namentlich der runden, sehr deutlich, und beruht ebenfalls auf ähnlichen Veränderungen ihrer glatten Muskulatur, wie sie beim Uterus beschrieben wurden, vielleicht auch auf einer Zunahme der quergestreiften Bündel. Ebenso ist das Wachsthum der Blut- und Lymphgefässe in die Länge und im Umfang sehr deutlich, und einem guten Theile nach auf Rechnung vergrösserter u. neu entstandener Muskelelemente zu setzen, die an den Venen auch in der *Adventitia* und *Intima* nachzuweisen sind. Was die Nerven anlangt, so verdicken sich dieselben ebenfalls, doch ist es zweifelhaft, ob wirklich neue Nervenröhren in denselben entstehen. Sicher ist dagegen, dass die vorhan-



Fig. 317.

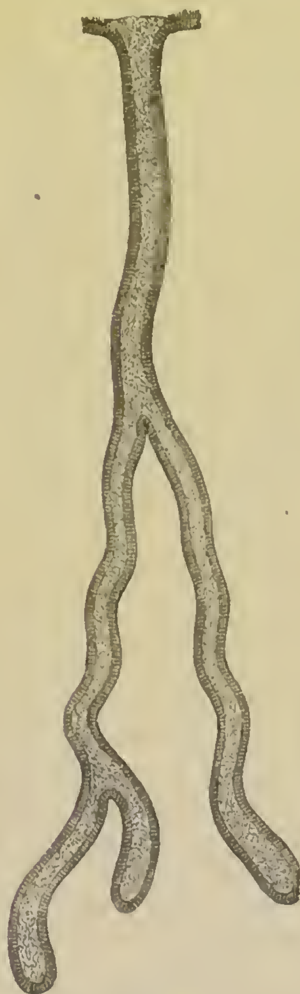

Fig. 318.



Fig. 319.

Fig. 317. *a.* Muskulöse Faserzelle aus einem sechsmonatlichen *Uterus gravidus*, *b.* der mittlere Theil derselben, nach Essigsäurebehandlung den Schein einer Hülle zeigend. *c.* Kern der Faserzellen. Vergr. 350.

Fig. 318. Eine Uterindrüse einer Erstgebärenden, acht Tage nach der Empfängniss.

Fig. 319. Muskulöse Faserzellen des Uterus, drei Wochen nach der Geburt, vier davon mit Essigsäure behandelt und blass. *α.* Kerne derselben, *γ.* Fettkörnchen in denselben. Vergr. 350.

denen Elemente an Breite und Länge zunehmen, ihre dunkelrandigen Umrisse länger beibehalten und weiter ins Innere zu verfolgen sind als sonst.

Die Verkleinerung des Uterus nach der Geburt und die Herstellung eines den früheren Verhältnissen zwar nicht gleichen, aber doch nahestehenden Zustandes, kommt in den verschiedenen Theilen desselben nicht ganz in derselben Weise zu Stande. In der Muskelhaut spielt offenbar eine Verkleinerung der contractilen Faserelemente eine Hauptrolle, indem dieselben zugleich mit einer Fettbildung in ihrem Innern schon drei Wochen nach der Geburt wieder dieselbe Kürze (0,03‴) zeigen, wie im jungfräulichen Uterus, doch kommt vielleicht auch eine vollständige Auflösung gewisser Muskelfasern zu derselben hinzu. Anders verhält es sich mit der Schleimhaut, welche in Gestalt der *Deciduae* und *Placenta uterina* nach der Geburt vollständig ausgestossen wird und desswegen sich ganz neu zu bilden hat. Die genauern Vorgänge bei dieser einzig in ihrer Art dastehenden Wiedererzeugung sind noch nicht verfolgt, doch ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe schon innerhalb der ersten zwei oder drei Monate nach dem *Puerperium* sich vollendet. — Dass ausserdem auch die *Serosa*, die Gefässe und Nerven des Uterus sich zurückbilden, ist klar, das Nähere hierüber jedoch noch nicht erforscht.

Von den Nerven des schwangern Uterus nimmt man seit *Tiedemann* allgemein an, dass dieselben stärker seien, als im jungfräulichen, doch wird diess in der neueren Zeit von *Snow-Beck* gänzlich bestritten und von *Jobert de Lamballe* (*Compt. rend.* 1841. Mai) nur insofern zugegeben, als das sie umhüllende Bindegewebe, nicht aber die Nerven selbst verdickt seien. Es ist klar, dass nur mikroskopische, sehr genaue Untersuchungen in dieser Frage den Entscheid geben können, diese sind jedoch spärlich. Aus *Remak's* (l. c.) Angaben, dass die Nerven zur Zeit der Schwangerschaft stärker und grau werden, was durch eine Zunahme kernhaltiger Fasern bedingt sei, ist vorläufig nichts zu schliessen, da jeglicher Anhaltspunkt mangelt, um zu entscheiden, ob diese kernhaltigen Fasern embryonale Nervenröhren, oder eine Form von Bindegewebe sind. Dagegen verdanken wir *Kilian* sorgfältige Untersuchungen bei Thieren, die mit Gewissheit darthun, dass die Uterusnerven zur Zeit der Trächtigkeit weiter in die Uterussubstanz hinein als dunkelrandige Röhren sich verfolgen lassen, während dieselben früher, zum Theil schon bevor sie in den Uterus eintreten, zum Theil wenn sie kaum in denselben übergegangen, die Natur embryonaler markloser Röhren haben. Es gelang *Kilian* aus diesem Grunde auch, die Nerven im schwangern Uterus viel weiter ins Gewebe zu verfolgen, als sonst. Von einer Bildung neuer Nervenröhren in den Stämmen sah *Kilian* nichts, und hält er eine solche für unwahrscheinlich, indem man dann auch eine Neubildung von Gangliensubstanz annehmen müsste, was nicht wohl gehe. Mir scheint etwas der Art keineswegs unmöglich, da ja die Ganglienzellen- und Faservermehrung nur einmal bei der ersten Schwangerschaft stattzufinden hätte, auch ist es gedenkbar, dass neugebildete Nervenröhren einfach als Aeste an andere sich anschliessen, und wird es daher doch gerathener sein, abzuwarten, nach welcher Seite die den Menschen betreffenden Angaben *Remak's* sich entscheiden. Darauf möchte jedoch auch ich aufmerksam machen, dass eine Verdickung von Nerven allerdings auch durch Dickenzunahme der schon vorhandenen Röhren und Vermehrung des Neurilems geschehen kann, und dass die Nerven durch Vermehrung ihrer Endtheilungen an Zahl vollkommen befähigt werden können, über grössere Flächen sich auszubreiten als sonst.

Die Zunahme der Gefässe, sowohl der Arterien als und vor Allem der Venen, zur Zeit der Schwangerschaft, ist sehr bedeutend, und daher unterscheidet sich um diese Zeit die mittlere, die grösseren Gefässe enthaltende Lage der Muskelsubstanz viel deutlicher von den beiden andern. An den Venenstämmen des schwangern Uterus fand ich ausser der auch sonst vorhandenen Ringmuskellage mit ungemein vergrösserten Faserzellen noch eine äussere und innere Längsmuskelschicht mit ähnlichen mächtigen

Elementen, so dass mithin hier die Zunahme der Wandungen unmittelbar nachgewiesen ist (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 84).

§. 207.

Scheide und äussere Geschlechtstheile. Die 1‴ dicken Wände der Scheide, *Vagina*, bestehen aus einer äussern Faserhaut, einer mittlern Muskellage und einer Schleimhaut. Die dünne weissliche Faserhaut zeigt aussen mehr lockeres, nach innen derberes Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern und Venennetzen, und geht ohne Grenze in die zweite mehr röthliche Lage über, die neben Bindegewebe und vielen Venen eine ziemliche Zahl, namentlich während der Schwangerschaft entwickelter, glatter Muskelfasern enthält, die mit ihren quer- und längsverlaufenden Bündeln 0,04 — 0,08‴ langer Faserzellen eine wirkliche Muskelhaut zusammensetzen. Die Schleimhaut ist blassröthlich, mit vielen grössern und kleinern Falten und Warzen, den *Columnae rugarum*, versehen, und aus einem derben drüsenlosen, an elastischen Elementen ungemein reichen Bindegewebe zusammengesetzt, dem sie ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit verdankt. Ihre innere Oberfläche besitzt zahlreiche faden- oder kegelförmige Papillen von 0,06 — 0,08‴ Länge und 0,025 — 0,03‴ Breite, die ganz in ein 0,07 — 0,09‴ dickes Pflasterepithel, von derselben Art, wie in der Speiseröhre, eingebettet sind, dessen oberste Plättchen bei einem Durchmesser von 0,01 — 0,015‴, Kerne von 0,003‴ enthalten. — Das *Hymen* ist eine Verdoppelung der Schleimhaut und besitzt dieselben Elemente, wie sie.

Von der Scheide aus erstreckt sich die Schleimhaut auch noch auf die äussern Genitalien, überzieht die *Glans clitoridis* und den Vorhof mit der Harnröhrenmündung, und bildet als Verdoppelungen das *Praeputium clitoridis* und die *Labia minora*. An den grossen Schamlippen geht dieselbe ununterbrochen in die äussere Haut über, welche an der innern Seite derselben und an den *Commissurae labiorum* noch mehr mit einer Schleimhaut übereinstimmt, am Rande und an der äussern Fläche dagegen und am *Mons Veneris* ganz der *Cutis* gleicht. — Die Grundlage der Schleimhaut der äussern Genitalien ist ein schwammiges, gefässreiches, fettloses, jedoch an feinern elastischen Fasern ziemlich reiches Bindegewebe, das in seiner verdichteten, dem *Corium* entsprechenden, $^1/_4$ — $^1/_5$‴ dicken äussern Lage überall sehr entwickelte Papillen, an den *Labia minora* von $^1/_{10}$ — $^1/_{20}$, an der *Clitoris* von $^1/_{24}$ — $^1/_{33}$‴, und ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,04 — 0,12‴ Dicke besitzt, dessen oberflächlichste Zellen zwischen 0,01—0,02‴ betragen (Fig. 64, 4). Die *Labia majora* stimmen im Baue ihrer Bekleidung zum Theil mit der *Mucosa* überein, zum Theil schliessen sie sich an die *Cutis* an, und enthalten im Innern gewöhnliches Fettgewebe.

Die äussern Genitalien besitzen verschiedene kleinere und grössere Drüsen. Talgdrüsen von meist sternförmiger Gestalt und bedeutender Grösse ($^1/_4$ — 1‴) finden sich an den *Labia majora* aussen und innen in Verbindung mit grössern und kleinern Haarbälgen, ferner in grosser Menge an den *Lab. minora* meist ohne Haare und etwas kleiner (von $^1/_{10}$—$^1/_2$‴), endlich auch hie und da um die Harnröhrenmündung, und seitlich am Scheideneingange. Gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von $^1/_3$—1$^1/_2$‴ Grösse, mit kaum sichtbaren oder ziemlich grossen Mündungen, kurzen oder bis zu 6‴

langen Ausführungsgängen bieten in sehr wechselnder Zahl der Umkreis der Harnröhrenmündung, der Vorhof und die Seitentheile des Scheideneingangs dar. Endlich finden sich noch die zwei den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes entsprechenden *Bartholin*'schen Drüsen am untern Ende der Vorhofszwiebeln seitlich am Scheideneingange, gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von 6‴ Grösse mit birnförmigen, von einem Pflasterepithelium ausgekleideten Drüsenbläschen von 0,02 — 0,05‴, die in einem dichten, kernhaltigen, der Muskelfasern entbehrenden Bindegewebe drin liegen. Die 7 — 8‴ langen, ½‴ breiten Ausführungsgänge dieser Drüsen haben nach aussen von ihrer mit einem Cylinderepithelium von 0,01‴ ausgekleideten Schleimhaut eine zarte Längsschicht von glatten Muskeln, und enthalten immer einen zähen, klaren, gelblichen Schleim.

Die *Clitoris* mit ihren beiden *Corpora cavernosa* und die mit den Vorhofszwiebeln *(Bulbi vestibuli)*, dem gespaltenen *Corpus cavernosum urethrae* des Weibes, in Verbindung stehende *Glans* sind im Kleinen gerade ebenso beschaffen, wie die entsprechenden Theile und cavernösen Körper des Mannes, und lassen sich die muskulösen Elemente hier noch leichter darstellen als beim Manne.

Die Blutgefässe der Scheide und der äussern Genitalien zeigen im Ganzen nicht viel Bemerkenswerthes. In den Papillen der verschiedenen Orte finden sich meist einfache Gefässschlingen, nur wenn dieselben grösser oder zusammengesetzt sind, wie häufig im Umkreise der Harnröhrenmündung mehrfache solche. Die *Corpora cavernosa* verhalten sich wie beim Manne und scheinen nach *Valentin* auch in der *Clitoris* die *Art. helicinae* vorzukommen. — Ungemein reich sind die Venenplexus in den Wänden der Scheide über den Vorhofszwiebeln, doch stellen dieselben keineswegs, wie *Kobelt* annimmt, wirkliche cavernöse Körper dar. Die Lymphgefässe der äussern Genitalien und der Scheide sind zahlreich und münden theils in die Leistendrüsen, theils in die Beckenplexus. Die Nerven endlich stammen theils vom *Sympathicus*, theils von dem *Plexus pudendus*, und sind namentlich in der *Clitoris* ungemein zahlreich, aber auch in der Scheidenschleimhaut nicht schwer zu finden. Dieselben bieten am letztern Orte Theilungen dar und sind in ihren Enden noch wenig erforscht. In den gefässhaltigen Papillen fand ich nirgends Nerven, dagegen traf ich einige Male in der *Clitoris* solche in gefässlosen kleinen Wärzchen, die Endkolben oder *Krause*'sche Körperchen enthielten, und fand ich solche Endkolben auch hie und da in der oberflächlichen Lage der Schleimhaut unterhalb der Papillen. — In der *Clitoris* des Schweines fand Dr. *Nylander* aus Helsingfors *Pacini*'sche Körperchen, die ich ebenfalls sah.

Die Absonderungen der weiblichen Genitalien sind, abgesehen von denen des *Ovarium*, 1) ein weisslicher Schleim im Uterus, der wohl vorzüglich von den Uterindrüsen stammt und alkalisch reagirt, 2) ein glasheller zäher alkalischer Schleim im *Cervix uteri* (siehe oben); 3) ein saurer Schleim in der *Vagina*, der häufig Schleimkörperchen in Menge, und wie *v. Scanzoni* und ich nachgewiesen haben, fast immer das schon von *Donné* gesehene *Infusorium*, die *Trichomonas vaginalis* enthält; 4) der helle zähe Schleim der *Bartholin*'schen Drüsen, der während der Begattung in grosser Menge entleert wird, und bei Reizungen, wie *Huguier* und *v. Scanzoni* sahen, selbst manchmal im Strahle hervortritt, was auf Rechnung der Muskeln des Ausführungsgan-

ges geschrieben werden kann; 3) die Absonderung der kleinen Talg- und Schleimdrüsen der äussern Genitalien.

Untersuchung der weiblichen Genitalien. Die *Graaf*'schen Follikel sind möglichst frisch zu untersuchen, wenn man die *Membrana granulosa* und Eier in ihren natürlichen Verhältnissen sehen will. An ältern Eicapseln schwimmt die erstere in Flocken im *Liquor folliculi*, und ist auch der Keimhügel meist zerstört. Um das Eichen, dessen Lage man bei gewissen Thieren, wie beim Hunde z. B., schon bei noch geschlossenem Follikel erkennt, sicher zu erhalten, öffnet man einen grössern sorgfältig herausgelösten Follikel unter etwas Wasser und untersucht mit einer kleinen Vergrösserung die grösseren hervorgetretenen Flocken, sonst findet man dasselbe auch leicht, wenn man den Inhalt eines Follikels sorgfältig auf einem Objectträger auffängt. Auch beim rohen Zerschneiden oder Zerzupfen von Eierstöcken zeigen sich immer leicht Eier, doch ist diess nicht gerade ein empfehlenswerthes Verfahren. — Die Muskulaturen der Eileiter, des Uterus, der Scheide etc. erforsche man durch sorgfältige Zergliederung, dann auch an feinen Schnitten von erhärteten Theilen. *Kasper* empfiehlt besonders den Uterus drei Minuten in Wasser zu kochen und dann 24 Stunden in möglichst concentrirtes kohlensaures Kali zu legen, oder ihn mit Holzessig zu behandeln und die Schnittchen mit verdünnter Essigsäure zu befeuchten, während *Schwartz* und *Reichert* den in Alkohol erhärteten Uterus trocknen, und die Muskelfasern durch kurze Einwirkung von Salpetersäure von 20 pCt. deutlich machen. Auch das Verfahren, das *Wittich* anwandte, ist nach *Gerlach* zu gebrauchen. Die contractilen Faserzellen sieht man nirgends schöner, als im schwangern Uterus, die Uterindrüsen am prächtigsten bei Menstruirenden und im ersten Monate nach der Empfängniss. Das Flimmerepithelium wird nur in ganz frischen Stücken gesehen, am besten noch in der *Tuba*, die Zellen ohne Härchen dagegen leicht. Die Darstellung der äussern Theile macht keine Schwierigkeit und gelten für die Drüsen, Nerven, Papillen, das Epithel die schon früher angeführten Regeln.

Literatur. *C. E. v. Baer*, *De ovi mammalium et hominis genesi epist.* Lips. 1827, und *Commentarius*, deutsch in *Heusinger's* Zeitschr. II; *Coste*, *Recherches sur la génération des mammifères.* Paris 1834; *Embryogénie comparée.* Paris 1837; *Études ovologiques*, in *Annal. franc. et étrang. d'anat. et de phys.* II. 324. 1838; *Histoire générale et part. du développement.* Paris 1847; *A. Bernhardt*, *Symbolae ad ovi mam. hist. ante praegnat.* Vrat. 1834. *Diss*; *R. Wagner*, Ueber das Keimbläschen, in *Müll.* Arch. 1835. S. 373; *Prodromus hist. generationis.* Lips. 1836; Beiträge zur Zeugung und Entwickelung, in Denkschr. der bayer. Akad. Bd. II. 1837. S. 511; *M. Barry*, *Researches in Embryologie.* Ser. I. II. III., in *Philos Trans.* 1838—40; *Bischoff*, Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen. Giessen 1844, und *Ann. d. sc. nat.* 3. Ser. II. 1844. 304; *Pouchet*, *Théorie positive de l'ovulation spontanée.* Paris 1847; *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XXII; *Zwicky*, *De corpor. luteorum origine.* Turici 1844; *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847; *W. Steinlin*, Ueber die Entwickelung der *Graaf*'schen Follikel und Eier der Säugethiere, in Mittheil. d. Züricher naturf. Gesellschaft. 1847. S. 156; *Allen Thomson*, Art. »*Ovum*« in *Cyclopaed. of Anat.* P. XLVIII; *C. Spiegelberg*, Die Entw. der Eierstocksfollikel und der Eier der Säugethiere, in Götting. Nachr. 1860. Nr. 20; *Ch. Aeby*, Die glatten Muskelfasern in den Eierstöcken der Wirbelthiere, in *Müll.* Arch. 1861. S. 635; *Klebs*, Die Eierstockseier der Wirbelthiere, in *Virch.* Arch. XXI. 362; *F. Guyon*, *Étude sur la cavité de l'Uterus à l'état de Vacuité*, in *Journ. de la phys.* II. 186 u. 397; *E. Pflüger*, in der Med. Centralz. 1861. Nr. 42. 1862. Nr. 3; *O. Schrön*, Beitr. z. K. d. Anat. u. Phys. d. Eierstöcke d. Säug., in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 409; *H. Quincke*, Notiz üb. d. Eierstöcke d. Säugeth., in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 483; *Fr. Tiedemann*, *Tabulae nervorum uteri.* Heidelb. 1822; *G. Kasper*, *De structura fibrosa uteri non gravidi.* Vrat. 1840; *E. H. Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *Kölliker*, Ueber die glatten Muskeln der weiblichen Genitalien, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Kilian*, Die Structur des Uterus bei Thieren, I. II. Art., in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. IX. 1849 u. 1850; Die Nerven des Uterus, ibid. 1850. Bd. X. S. 41; *R. Lee*, *Memoirs on the Ganglia and nerves of the uterus.* London 1849; *Th. Snow-Beck*, *On the nerves of the uterus*, in *Phil. Trans.* II. 1846; *Rainey*, *On the structure and use of the lig. rotundum uteri.*

in *Phil. Trans.* II. 1850; *Val. Schwartz, Obser. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginae hominis.* Dorp. 1850. *Diss.*; *Robin, Mém. pour servir à l'hist. anat. et pathol. de la membrane muqueuse uterine,* in *Arch. génér. de méd.* 1848. Tom. XVII. p. 258 u. 405. Tom. XVIII. p. 257, *Gaz. méd.* 1855. Nr. 50; *Kobelt,* Die männlichen und weiblichen Wollustorgane. Freib. 1844; *Tiedemann,* Von den *Duverney'*schen Drüsen des Weibes. Heidelberg 1840; *C. Mandl,* Zur Anatomie der weiblichen Scheide, in Zeitschr. f. rat. Med. VII. S. 1; *Huguier, Sur les appareils secrét. des Organes génit. ext. de la femme,* in *Ann. d. sc. nat.* 1850. p. 239; *Leuckart,* Art. »Zeugung«, in Handw. d. Physiol. IV; *H. Müller,* Ueber e. Zusl. der menschlichen Uterindrüsen, in Würzb. Verh. IV. S. 65; *W. Tyler-Smith,* in *Med.-chir. Trans.* Vol. XXXV. p. 378—398; *Kölliker* und *Scanzoni,* Das Secret der Schleimhaut der *Vagina* und des *Cervix uteri,* in *Scanzoni's* Beitr. II. 1855; *E. Wagner,* Zur norm. u. path. Anat. d. Vaginalport., in Arch. f. phys. Heilk. 1856. S. 498; *R. Maier,* Beitr. z. Phys. u. Path. d. Uterus, in Freib. Ber. April 1857; *A. Farre,* Art. »Uterus«, in *Cyclop. of Anat.* June 1858; *Ch. Rouget, Rech. sur les organes érectils de la femme et sur l'appareil musculaire tubo-ovarien,* in *Journ. de la phys.* I. p. 320, 479 u. 735.

C. Von den Milchdrüsen.

§. 208.

Die Milchdrüsen, *Glandulae lactiferae,* sind zwei zusammengesetzt traubige Drüsen, welche beim Manne nur verkümmert sich finden, beim Weibe dagegen vollkommen entwickelt sind und nach der Geburt die Milch absondern.

Bezüglich auf den Bau, so stimmen die Milchdrüsen im Wesentlichen vollkommen mit den grösseren traubenförmigen Drüsen, z. B. der *Parotis* und dem *Pancreas* überein. Jede Drüse besteht aus 15—24 und mehr unregelmässigen, platten oder birnförmigen, im Umkreise rundlich eckigen, ½—1''' grossen Lappen, welche, wenn auch in ihren Höhlungen ganz von einander getrennt, doch äusserlich nicht immer scharf sich sondern lassen, und jeder aus einer gewissen Zahl kleinerer und kleinster Läppchen, und diese endlich aus den Drüsenbläschen zusammengesetzt sind. Diese sind rundlich oder birnförmig, 0,05—0,07''' gross, von den feinsten Ausführungsgängen deutlicher abgeschnürt, als z. B. bei den kleinen Schleimdrüsen und wie überall aus einer gleichartigen Haut und einem Pflasterepithel gebildet, das zur Zeit der Milchabsonderung besondere Umwandlungen erleidet. Alle Drüsenelemente werden von einem, namentlich zwischen den Drüsenbläschen und kleinern Läppchen sehr reichlichen, derben, weissen Bindegewebe umgeben und zu einer festen grossen Drüsenmasse vereint, welche dann schliesslich

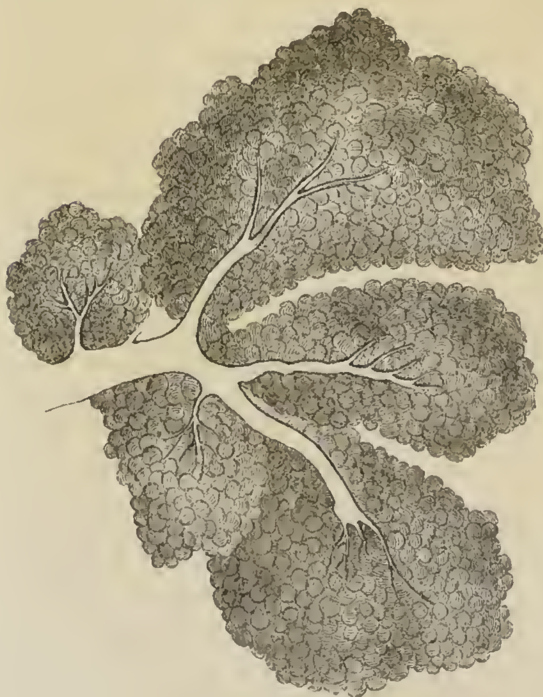


Fig. 320.

Fig. 320. Einige kleinste Läppchen der Milchdrüse einer *Puerpera* mit ihren Gängen, 70mal vergr. Nach *Langer.*

noch von reichlichem Fettgewebe und zum Theil von der Haut bedeckt wird. — Die Milchdrüse ist eigentlich keine einfache Drüse, sondern besteht ähnlich der Thränendrüse, aus einem Haufen einfacherer Drüsen, von denen jede ihren besonderen Ausführungsgang besitzt. Aus jedem Drüsenlappen entspringt nämlich durch den Zusammenfluss der Ausführungsgänge der kleinern und grössern Läppchen schliesslich ein kürzerer oder längerer, 1—2‴ weiter Gang, der Milchgang oder Milchkanal, *Ductus lactiferus s. galactophorus*. welcher gegen die Brustwarze verlaufend und immer noch kleinere Gänge aufnehmend, unter dem Warzenhofe zu einem 2—4‴ weiten länglichen Säckchen, dem Milchsäckchen, Milchbehälter, *Sacculus s. sinus lactiferus*. anschwillt, dann bis zu 1 oder $\frac{1}{2}$‴ verschmälert in die Warze umbiegt, und endlich für sich mit einer nur $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{5}$‴ weiten Oeffnung auf der Spitze derselben zwischen den hier befindlichen Höckern ausmündet. — Alle diese Ausführungsgänge besitzen ausser einem Epithelium, das in den stärksten Gängen walzenförmige Zellen von 0,006—0,01‴ Länge, in den feinern Verästelungen dagegen rundlich vieleckige kleinere Zellen zeigt, und einer gleichartigen Lage unter demselben eine weisse derbe, an den grössern Kanälen längsgefaltete Faserhaut, in der ich bisher keine unzweifelhaften Muskelfasern, sondern nichts als ein kernhaltiges längsziehendes Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern auffinden konnte. *Henle* glaubt in den Milchgängen, nicht denen der Warze, sondern tiefer in der Drüse drin Längsmuskeln wahrgenommen zu haben (Jahresber. 1850. S. 41), ebenso *H. Meckel*, wogegen *Eberth* ebensowenig wie ich von solchen Elementen etwas finden konnte (Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. 363).

Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskeln, denen sie ihr Zusammenziehungsvermögen verdanken (cf. §. 37), eine zarte Oberhaut, deren Hornschicht beim Weibe nur 0,006‴ beträgt, während die *Malpighi*'sche Lage 0,04‴ dick und in der Tiefe gefärbt ist, und zusammengesetzte Papillen von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{33}$‴. An der Brust selbst sind die Papillen klein ($\frac{1}{60}$—$\frac{1}{80}$‴) und einfach, und die Epidermis noch feiner, von 0,032—0,04‴, jedoch mit mächtiger Hornschicht von 0,02—0,024‴. Im Warzenhofe, besonders am Rande desselben, nicht an der Warze selbst, finden sich grössere Schweissdrüsen oft mit eigenthümlichem Inhalte und grössere Talgdrüsen mit feinen Härchen, welche Drüsen oft von aussen sichtbare Höckerchen bilden (cf. §§. 71 u. 78). Die *Glandes auréolaires* von *Duval* (l. c.) sind nichts als grössere Talgdrüsen, und die colostrumartige Flüssigkeit, die sie bei Neuentbundenen beim Ausdrücken geben, Hauttalg. — Beim Manne sah ich Talgdrüsen ohne Haare auch an der Warze.

Die Blutgefässe der Milchdrüse sind zahlreich und umgeben die Drüsenbläschen mit einem ziemlich engen Netze von Capillaren. Die Venen erzeugen im Warzenhofe einen nicht immer ganz geschlossenen Kreis *(Circulus venosus Halleri)*. Ebenso reich sind die Saugadern in der Haut, welche die Drüse deckt, in der Drüse selbst dagegen hat man dieselben noch nicht nachgewiesen. Die Nerven der Haut, welche die *Mamma* deckt, stammen von den *NN. supraclaviculares* und den Hautästen des zweiten bis vierten *N. intercostalis*. Ins Innere der Drüse lassen sich keine weiteren Nerven verfolgen, als einige mit den Gefässen verlaufende feine Zweigchen, deren Ende unbekannt ist.

Zur Zeit der Milchabsonderung vergrössert sich die Milchdrüse sehr bedeutend. Ihr Gewebe ist nicht mehr gleichförmig, weisslich und fest, sondern weicher, körnig und gelappt, mit schönen von dem weisslichen, gelockerten Zwischengewebe deutlich abgegrenzten gelbröthlichen Drüsenläppchen. Die Drüsenbläschen und Milchgänge sind weiter, mit Milch gefüllt, die Gefässe ungemein vermehrt. Bei den äussern Theilen ist besonders die Vergrösserung des Warzenhofes und der Warze bemerkenswerth, deren Ursachen auf einem Wachsthume dieser Theile mit allen ihren Elementen, auch den Muskelfasern und kleinen Drüsen, zu beruhen scheinen und nicht in einer einfachen Ausbreitung der Färbung über eine grössere Fläche. — Beim Manne ist die Milchdrüse ganz verkümmert, $\frac{1}{2}$—2″ breit und 1—3‴ dick, nicht gelappt, und fest. Die Milchgänge entbehren der Milchsäckchen und sind nie so weit entwickelt, wie beim Weibe, indem dieselben entweder in der Form denen entsprechen, die man bei Neugeborenen findet, oder bei grösseren Drüsen mehrfach verästelt und mit einer gewissen Zahl von Endblasen besetzt sind, die ihrer meist bedeutenderen Grösse wegen (sie übertreffen nach *Langer* die Drüsenbläschen des Weibes um das Dreifache, während *Luschka* sie nur 0,02—0,020‴ gross schildert), nicht für wirkliche Drüsenbläschen zu halten sind. In seltenen, aber bestimmt beobachteten Fällen kann auch hier die Drüse eine solche Entwickelung nehmen, dass sie zur Milchabsonderung tauglich wird.

§. 209.

Physiologische Bemerkungen. Die Milchdrüse folgt in ihrer Entwickelung den andern Drüsen der Haut, und ist, wie ich (Mitth. d. Zürcher nat. Ges. 1850. Nr. 41) mit *Langer* (l. c.) finde, anfänglich (im vierten bis fünften Monate) nichts als ein dichter warzenförmiger Fortsatz der Schleimschicht der Oberhaut, der von einer Lage dichteren Cutisgewebes umhüllt wird (Fig. 321, 1). Indem derselbe im sechsten bis siebenten Monate eine gewisse Zahl von Sprossen treibt, entstehen die ersten Anlagen der spätern Lappen (Fig. 321, 2). Dieselben sind zuerst nichts als kleine, von der gemeinsamen Drüsenanlage ausgehende birn- oder flaschenförmige Fortsätze, welche erst gegen das Ende der Fötalzeit von einander sich trennen und nach aussen sich öffnen, während sie zugleich an ihrem noch nicht hohlen Ende rundliche oder längliche, ebenfalls nicht hohle Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von $1\frac{1}{2}$—4‴ und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte erkennen, von denen die innern, der noch rudimentären Warze nähern, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit

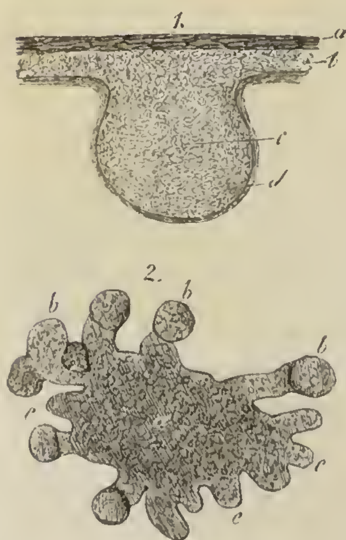


Fig. 321.

Fig. 321. Zur Entwickelung der Milchdrüse. 1. Milchdrüsenanlage eines fünfmonatlichen männlichen Embryo. *a.* Hornschicht, *b.* Schleimschicht der Oberhaut, *c.* Fortsatz der letztern oder Anlage der Drüse, *d.* Faserhülle um denselben. 2. Milchdrüse eines siebenmonatlichen weiblichen Fötus von oben. *a.* Centralmasse der Drüse mit grössern (*b*) und kleinern (*c*) soliden Auswüchsen, den Anlagen der grossen Drüsenlappen.

nur zwei bis drei Ausbuchtungen enden, während die andern mit einer grössern Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser unentwickelten Läppchen ist in dem einfachen oder zwei- bis dreimal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem zellenhaltigem Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl, während die kolbigen Enden, die man hier so wenig wie bei andern sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch keine Höhlung besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen bestehen. Aus dieser noch sehr einfachen Form entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lang fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und jeweiligen kolbigen Enden aus, und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einer andern Drüse vor sich. Nach *Langer*, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse, bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Milchabsonderung verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren Theilen bestehen, um dann bei folgenden Schwangerschaften einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Schwangerschaft zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Milch besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma, und unzähligen, in derselben schwimmenden, runden dunkeln, wie Fetttropfen glänzenden Körperchen von unmessbarer Feinheit bis zu 0,001 und 0,002''' Grösse und darüber, den Milchkügelchen, welche höchst wahrscheinlich nicht aus den Fetten der Milch allein bestehen, sondern auch eine zarte Hülle von Casein besitzen und der Milch ihre weisse Farbe verleihen. Bezüglich auf die Bildung der Milch ist zu bemerken, dass ausserhalb der Zeit der Schwangerschaft und des Stillens die Drüsen nichts als eine geringe Menge eines gelblichen zähen Schleimes mit einer gewissen Zahl von Epithelzellen enthalten und bis in ihr Ende von einem pflasterförmigen, nach aussen mehr walzenförmigen Epithel ausgeklei-

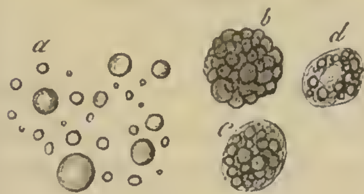


Fig. 322.

Fig. 322. Formelemente der Milch, 350mal vergr. *a.* Milchkügelchen, *b.* Colostrumkörper, *cd.* Zellen mit Fettkügelchen aus dem Colostrum, die eine (*d*) mit einem Kerne.

det sind. Mit der Schwangerschaft ändert sich diess. Die Zellen der Drüsenbläschen beginnen zuerst wenig, dann immer mehr Fett in sich zu entwickeln und sich zu vergrössern, so dass sie die Endbläschen ganz erfüllen. Hierzu kommt noch vor dem Ende der Schwangerschaft eine Neubildung von fetthaltigen Zellen in denselben, durch welche die älteren Zellen in die Milchgänge getrieben werden und diese nach und nach erfüllen. So geschieht es, dass, obschon eine eigentliche Absonderung noch nicht eintritt, doch in der Regel in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft einige Tropfen Flüssigkeit aus der Drüse ausgedrückt werden können, welche, wie ihre gelbliche Farbe zeigt, zwar keine Milch ist, aber doch eine gewisse Zahl Fettkügelchen aus den mehr oder weniger zerfallenen fetthaltigen Zellen, den spätern Milchkügelchen ganz gleich, und auch solche Zellen mit oder ohne Hülle, sogenannte Colostrumkörper, enthält. Beginnt nach der Geburt das Stillen, so wird mit einem Male die Zellenbildung in den Drüsenbläschen sehr lebhaft, wodurch die in den Milchkanälen und Drüsenbläschen angesammelten Säfte in den ersten drei bis vier Tagen als Colostrum oder unreife Milch entleert werden, und die wirkliche Milch an die Stelle tritt.

Diese besteht in den Enden der Drüse aus nichts Anderem, als etwas Flüssigkeit und mit Fettkügelchen ganz gefüllten Zellen, welche bald die Drüsenbläschen ganz erfüllen, bald neben blasseren doch ebenfalls mehr weniger fetthaltigen Epithelzellen dieselben einnehmen, und, wie nicht wohl bezweifelt werden kann, von den Epithelzellen aus — analog der Bildung des Hauttalges (cf. §. 79) — durch fortwährende Vermehrung derselben entstehen. Diese Zellen, die ich Milchzellen nennen will, zerfallen schon in den Milchgängen in ihre Elemente, die Milchkügelchen, indem ihre Hüllen und meist auch die Kerne spurlos schwinden, so dass die ausgeschiedene Milch in der Regel keine Spur ihrer Entstehungsweise zeigt. Höchstens finden sich in ihr sehr vereinzelte grössere oder kleinere Klümpchen von Milchkügelchen, die man, weil sie den im Colostrum vorkommenden ähnlich sind, ebenfalls Colostrumkörperchen nennen kann. — Die Milchabsonderung beruht mithin wesentlich auf einer Bildung von Flüssigkeit und fetthaltigen Zellen in den Drüsenbläschen, und reiht sich somit denjenigen Ausscheidungen an, bei denen geformte Elemente eine Rolle spielen, vor Allem den fetthaltigen Absonderungen, wie dem Hauttalge, in dem ganz ähnliche Zellen sich finden, wie in den Drüsenbläschen der Milchdrüse und im Colostrum.

Bei Neugebornen enthält die Milchdrüse sehr häufig eine geringe Menge einer in ihrem Aeussern und mikroskopischen Charakter wie Milch sich verhaltenden Flüssigkeit, deren Entstehung wahrscheinlich mit der Bildung der Drüsenkanäle zusammenhängt.

Von den Colostrumkörpern und Fettkügelchen des Colostrum hat *Reinhardt* zuerst nachgewiesen, dass *Nasse's* und *Henle's* Vermuthung, dass dieselben mit einer Bildung von fetthaltigen Zellen in der Milchdrüse im Zusammenhange stehen, und erstere in ihrer gewöhnlichen Form nichts als hüllenlose Zellen, die letztern aus Zellen frei gewordene Fetttropfen sind, vollkommen begründet ist, doch ist er geneigt, die Colostrumbildung und die Milchabsonderung zu trennen und die erstere als einen eher pathologischen Vorgang, als eine Fettumwandlung, durch welche die alten Epithelzellen der Drüse vor der eigentlichen Milchbildung nach aussen entleert werden, zu be-

trachten, namentlich darum, weil er bei der eigentlichen Milchbildung keine fetthaltigen Zellen zu beobachten vermochte. Seit jedoch namentlich *v. Bueren* solche gefunden hat, und demnach die Milch- und Colostrumbildung einander morphologisch ganz entsprechend erscheinen, lässt sich eine solche Trennung nicht mehr vertheidigen, und kann die Colostrumbildung bei Mehrgebärenden kaum anders denn als die Einleitung zur Milchbereitung angesehen werden. Dagegen bin ich allerdings der Ansicht, dass die Entstehung des ersten Colostrums mit der während der ersten Schwangerschaft sich einstellenden ungemeinen Entwickelung der Milchdrüse zusammenhängt und zum Theil von den während der Bildung der letzten Drüsenenden vergehenden innern Zellen ihrer anfänglich nicht hohlen Anlagen herrührt. In ähnlicher Weise deute ich auch die Milchbildung bei Neugebornen, bei denen sicherlich nicht an eine wirkliche Absonderung zu denken ist.

Donné, der Entdecker der Colostrumkörper, gibt an, dass bei Entzündungen und Anschwellungen der Brüste von Säugenden die Milch die Natur von Colostrum annehme, was jedoch *d'Outrepont* und *Münz* läugnen (Neue Zeitschr. für Geburtsk., Bd. 10), ebenso soll nach *Lehmann* (Phys. Chemie. II. 327) bei acuten Leiden überhaupt und dann auch bei der Menstruation (*Donné*, *d'Outrepont*) die Milch Colostrumkörperchen zeigen, welche *Donné*, wenn sie in grösserer Menge da sind, immer als einen Beweis schlechter Milch ansieht. — Bei der Klauenseuche fanden *Herberger* und *Donné* die Milch mehr colostrumartig. In saurer Milch findet man Casein in Körnchen geronnen und die Milchkügelchen nach und nach zu grössern Tropfen zusammenfliessend. Blaue und gelbe Milch enthält nach *Fuchs* (s. *Scherer* Art. »Milch« in Handw. d. Phys. II, S. 470) ungefärbte Infusorien, die er *Vibrio cyanogenus* und *xanthogenus* nennt, die auf gesunde Milch übergetragen, dieselbe ebenfalls färben, was *Lehmann* für blaue Milch bestätigt, doch findet sich nach *Baitleul* (*Compt. rend.* 17. p. 1138) und *Lehmann* in solcher auch ein Fadenpilz. — Auch rothe Milch hat *C. Nägeli* beobachtet und pflanzliche *Protococcus*-artige Bildungen in derselben gefunden.

Zur Untersuchung wählt man vor Allem die Brustdrüse von Schwangern, Säugenden oder von Frauen, die schon geboren haben, weil nur in diesen die Drüsenbläschen schön entwickelt sind. Durch Zerzupfen der kleinsten Läppchen kommen die Elemente derselben leicht zur Anschauung, will man dagegen ihre Anordnung sehen, so sind feine Schnitte in Essig gekochter und getrockneter Drüsen vor Allem zu empfehlen, dann auch eingespritzte Stücke, welche von den Milchsäckchen aus nicht schwer zu erhalten sind. — Zum Studium der Entwickelung der Drüse sind neben frischen auch Essigsäurepräparate durchaus nothwendig. Die glatten Muskeln des Warzenhofes findet man schon durch blosse Zerlegung, obschon nicht immer leicht, da sie, ausser zur Zeit der Schwangerschaft, oft sehr zart sind.

Literatur. *Rudolphi*, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abh. der Berlin. Akad. im Jahre 1831. S. 337; *A. Cooper*, *The anatomy of the breast.* Lond. 1839. 4.; *C. Langer*, Ueber den Bau u. die Entwickelung der Milchdrüsen, mit 3 Taf., aus den Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, *Du lait et en particulier du lait des nourrices.* Paris 1836; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in *Müll.* Arch. 1839. S. 182; *Cours de Microscopie.* Paris 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chem. und physiol. Verhalten dargestellt. Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in *Müll.* Arch. 1839. S. 10 u. 187; *J. Henle*, Ueber die mikrosk. Bestandtheile der Milch, in *Fror.* Not. 1839. Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikrosk. Bestandtheile der Milch, in *Müll.* Arch. 1840. S. 259; *Reinhardt*, im Arch. für path. Anat. Bd. I. S. 52—64; *Lammerts van Bueren*, *Onderzoekingen over de Melkbolletjes*, in *Nederl. Lancet.* 2. Ser. 4. Jaarg. p. 722, oder *Observ. microscop. de lacte. Traject. ad Rhenum* 1849. *Diss.*; *De Ontwikkeling van de Vormbestandeelen der Melk*, in *Nederl. Lancet.* 2. Ser. 5. Jaarg. p. 1; *Fr. Will*, Ueber die Milchabsonderung. Erlangen 1850. Programm; *Ch. Robin*, *De la corrél. exist. entre le dével. de l'Uterus et celui de la mamelle*, in *Gaz. méd.* 1850. Nr. 13; *Moleschott*, Chem. u. mikr. Not. über die Milch, in Arch. f. phys. Heilk. XI. S. 696; *Luschka*, Zur Anat. d. männl. Brustdrüsen, in *Müll.* Arch. 1852. S. 402;

H. Meckel von Hemsbach, Path. Anat. d. Brustdrüse, in Illustr. med. Zeitg. III S. 141, *K. Harpeck*, in *Reichert's* Studien d. phys. Inst. zu Breslau. 1858. S. 96; *Duval*, *Du mamelon et de son auréole*. Paris 1861. — Ausserdem vergleiche man die allgemeine Anatomie von *Henle*, *J. Müller's* Drüsenwerk und die Atlanten von *Berres*, *Donné* und *Mandl*.

Vom Gefässsysteme.

§. 210.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen, und enthält in seinen Höhlen das Blut, die Lymphe und den *Chylus* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsysteme die Lymphdrüsen.

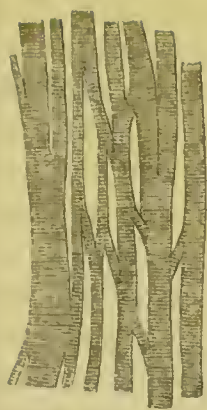
1. Vom Herzen.

§. 211.

Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker muskulöser Schlauch, der aussen von einer *Serosa*, dem *Pericardium*, umschlossen wird und als innere Auskleidung das *Endocardium*, eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Baue von andern serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht ab. Das äussere Blatt ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das ein- oder zweischichtige Pflasterepithel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in der innern dünnen Schicht, die zum Theil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil, namentlich in den Furchen, durch gewöhnliches Fettgewebe von derselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts, und was die Nerven anlangt, so sind in dem äussern Blatte des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen *(Luschka)*. Zottenartige Fortsätze, wie an der *Pleura* (siehe §. 178), sah *Luschka* auch an den Rändern der Herzohren.

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift, weichen jedoch in manchen Beziehungen von denen der willkürlichen Muskeln ab. Die einzelnen Fasern selbst sind durchschnittlich um ⅓ dünner (von 0,004—0,01‴), häufig deutlicher der Länge als der Quere nach gestreift und ziemlich leicht in Fibrillen und kleine Stückchen *(Sarcous elements, Bowman)* zerfallend; ihr *Sarcolemma* ist sehr zart oder selbst, wenigstens ohne Rea-


Fig. 323.

gentien, gar nicht nachzuweisen, und in den Fasern finden sich fast regelmässig kleine Fettkörnchen, die häufig mit den Kernen reihenweise in der Axe derselben angelagert sind oder auch sonst zwischen den Fibrillen sich finden, und bei entarteter Muskulatur meist ungemein vermehrt und auch gefärbt erscheinen. Mehr noch als hierdurch zeichnet sich aber die Herzmuskulatur aus durch die innige Vereinigung ihrer Elemente, welche nicht nur — abgesehen von der innern Herzoberfläche — nirgends deutlich unterschiedene Bündel bilden, vielmehr nur durch spärliches Bindegewebe gesondert überall dicht aneinander sich lagern, sondern auch, wie schon *Leeuwenhoek* entdeckte und ich wieder fand (cf. p. 102), in ihren Elementen unmittelbar mit einander sich vereinen. Diese Verbindungen der Muskelfasern, die eine allgemeine Eigenthümlichkeit der Herzmuskulatur sind, kommen beim Menschen- und Säugethierherzen vorzüglich durch kurze, schiefe oder quere, meist schmale Bündel zu Stande, und sind ungemein zahlreich, so dass man dieselben in jedem kleinsten Stückchen in Menge trifft. Ausserdem finden sich auch noch wirkliche Theilungen der Fasern, durch welche die Stärke einzelner Muskelbündel bedeutender werden kann, als sie beim Ursprunge war.

Der Verlauf der Muskelfasern im Herzen ist ein äusserst verwickelter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Muskulaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungsstellen die *Ostia venosa* und *arteriosa* der Kammern. Am erstern Orte sitzen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrocartilaginei*. ein schwächerer in der rechten, ein stärkerer in der linken Kammer, welche im Allgemeinen als am Ansatze der venösen Klappen befindliche Ringe beschrieben werden können, genauer bezeichnet jedoch sowohl vorn rechts und links, als auch hinten von der Aortamündung ausgehen und am vordern Umfange der *Ostia venosa*, so wie am Scheidewandtheile derselben derber sind, daher diese Faserringe auch häufig als zwei vordere bogenförmige und ein hinterer, im *Septum* gelegener und dann in zwei Schenkel sich spaltender Streifen beschrieben werden. Die Faserringe der *Ostia arteriosa* sind bedeutend schwächer als die der *Ostia venosa*, und sitzen am Ursprunge der Semilunarklappen in Gestalt dreier bogenförmig gekrümmter Streifen. An den Vorhöfen finden sich 1) Fasern, die beiden gemeinschaftlich sind, in Form von queren platten Bündeln, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem *Atrium* auf das andere übergehen, und an diesen als Querfasern sich fortsetzen, 2) besondere Fasern. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige Längsschicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhofe eigenthümlich ausgeprägt ist *(Musculi pectinati)*. Ausserdem finden sich zwischen den letzten Muskeln und auch in den *Auriculae* noch viele kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die Scheidewand ist

Fig. 323. Zusammenhängende Primitivbündel aus dem Herzen des Menschen.

zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes der Kammerscheidewand unmittelbar hinter der Aorta von der *Fibrocartilago posterior*, gehen rechts bogenförmig um die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Fasern sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Muskulatur der Kammern ist so angeordnet, dass sie überall an der äussern und innern Fläche in sich kreuzender Richtung geht, und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa*, und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils unmittelbar, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil der Länge nach oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspunkte an, so dass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse, in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achterzüge beschreiben.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der innern Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht, und im linken Vorhofe am entwickeltsten (bis $^1/_4'''$), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe fast überall aus drei Lagen, einem Epithel, einer elastischen Lage, auf welche die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht, und einer dünnen Bindegewebsschicht. Das erste ist eine einfache, nach *Luschka* auch wohl doppelte Lage von vieleckigen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 0,007 — 0,012''' Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Schicht der elastischen Haut aufsitzt, welche so zu sagen aus nichts als sehr feinen, längsverlaufenden, Fasern besteht. Das Uebrige dieser mittleren Lage wird von einer gewöhnlichen bindegewebigen Grundlage mit eingestreuten Kernen gebildet, durch welche die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen, und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe §. 27) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen gelben und mehrschichtigen Haut wird. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern, wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch feine elastische Elemente enthält, und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B. sich darstellt. Auf den *Chordae tendineae* besteht das Endocard nur aus dem Epithel und der innersten elastischen Lage, und fehlt die lockere Bindegewebsschicht ganz, die auch auf den *Trabeculae* der rechten Kammer und den *Musc. pectinati* sehr dünn ist.

Die Atrioventricular-Klappen sind von den Faserringen der *Ostia*

venosa ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere links stärkere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen, an deren Bildung die Ausstrahlungen der *Chordae tendineae* sehr wesentlich sich betheiligen, und zwei mit derselben verbundene Blätter des *Endocardium* deutlich unterscheidet. Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die Semilunarklappen verhalten sich wie die andern, nur dass sie dünner sind. An den beiderlei Klappen ist der Endocardbeleg der Seite, die im Leben am meisten gespannt wird, stärker. Vom äussersten Saume der mittleren Lage der Atrioventricularklappen entspringen hie und da einzelne Muskelfasern des Vorhofes, dagegen sind die Klappen sonst frei von Muskeln. (Nach *Joseph* dringen diese Muskelfasern bis auf $1/3$ der Breite in die genannten Klappen ein und bestehen aus Längs- und Querbündeln.) — In den grösseren *Chordae tendineae* der linken Atrioventricularklappe beobachtete *Öhl* öfters Bündel von Muskelfasern, die ganz selbständige kleine Bäuche bildeten und nach beiden Seiten zugespitzt in das Sehnengewebe der *Chordae* übergingen, hie und da jedoch auch mit Papillarmuskeln zusammenhingen.

Die Blutgefässe des Herzfleisches sind sehr zahlreich, weichen jedoch in nichts von denen quergestreifter Muskeln ab (§. 86), ausser dass die Capillaren wegen der Dünne der Muskelfasern oft mehrere derselben zusammen umspinnen. Das *Endocardium* ist in seiner Bindegewebslage ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in das eigentliche Endocard hinein. In den Atrioventricularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. S. 182 und Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich verbreiten. Auch die Semilunarklappen sollen nach *Luschka* beständig Gefässe enthalten. — Lymphgefässe finden sich an der äussern Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter dem innern Blatte des Pericards auf dem Muskelfleische in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie *Cruikshank* richtig angibt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen, und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Ob die Herzsubstanz und auch das Endocard Lymphgefässe besitzen, wie Einige annehmen, ist noch nicht entschieden. Die Nerven des Herzens sind zahlreich, und stammen aus dem namentlich vom *Vagus* und *Sympathicus* gebildeten Herzgeflechte, *Plexus cardiacus*, unter und hinter dem Aortenbogen. Dieselben treten als schwächerer *Plexus coronarius dexter* und stärkerer *Pl. sinister* mit den Gefässen an die rechte und linke Kammer und Vorkammer, verlaufen theils mit den Gefässen, theils verschiedentlich dieselben kreuzend, nach der Herzspitze und senken sich, nachdem sie viele, meist spitzwinklige Verbindungen unter einander eingegangen haben, an verschiedenen Orten, zum Theil schon in der Kranzfurche in das Muskelfleisch ein, um theils in demselben zu enden, theils bis in die Bindegewebsschicht des *Endocardium* zu gelangen. Die Herznerven des Menschen

sind mehr grau und enthalten, die allerstärksten ausgenommen, nur feine und sehr blasse Nervenröhren, diese jedoch in grosser Zahl und mit nicht gerade sehr vielen kernhaltigen Fasern gemengt. Obschon die Nerven selbst im *Endocardium* noch dunkelrandig und ziemlich häufig sind, so ist es doch auch hier, ebensowenig als in dem Muskelfleische, bei Säugethieren und beim Menschen bisher möglich gewesen, ihre Endigungen zu entdecken, dagegen habe ich in neuester Zeit beim Frosche die letzten Ausläufer der Herznerven in Gestalt blasser, kernhaltiger, verästelter und frei endender Fasern aufgefunden. — Ganglien finden sich nicht bloss im Herzgeflechte an verschiedenen Orten, sondern, wie *Remak* beim Kalbe entdeckte, auch in der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, was auch für den Menschen und andere Thiere gilt. Am genauesten kennt man diese Ganglien beim Frosche, wo sie besonders in der Scheidewand und an der Grenze der Kammern und Vorkammern sitzen, nur unipolare Zellen enthalten und in keinerlei Verbindung mit den Elementen des *Vagus* stehen, sondern ebenso wie diese ihre Endigungen unmittelbar an die Herzmuskeln abgeben. Die besonders von *Lee* hervorgehobenen kleinen spindelförmigen Anschwellungen an den äussern Nervenästen der Säuger sind keine Ganglien, sondern Verdickungen des *Neurilems*.

Die netzförmig verbundenen Muskelfasern des Herzens der niedern Wirbelthiere sind nach den Untersuchungen von *Weismann* nicht den Primitivbündeln anderer Muskeln zu vergleichen, wie ich früher annehmen zu dürfen glaubte, sondern von eigenthümlichem Baue, und zwar Bündel spindelförmiger, quergestreifter, einkerniger Faserzellen, die leicht einzeln sich darstellen lassen. — Diese Angaben sind von *Gastaldi* und auch von mir geprüft worden, wobei sich ergab, dass *Weismann* vollkommen Recht hat, indem es in der That durch *Kali* und *Natron caust.* von 35 pCt. äusserst leicht gelingt, die Herzfasern der Fische und des Frosches in quergestreifte Spindelzellen zu zerlegen. Was die Vögel und Säugethiere anlangt, so glaubt *Weismann* etwas Neues vorzubringen, indem er nachweist, dass die Bündel der Herzmuskulatur durch Verschmelzung von einkernigen Zellen sich bilden, ich habe jedoch schon seit Langem gerade dieses als die Bildungsweise der Herzbündel aufgestellt, und auch die quergestreiften einkernigen Bildungszellen des menschlichen Embryo beschrieben. *Weismann* scheint nun freilich zu glauben, dass die Bildungszellen des Herzens bei höhern Thieren auch in der Querrichtung zu mehreren zu einem Bündel verschmelzen, in welchem Falle dann die Bündel gewissermassen einem secundären Muskelbündel mit verschmolzenen Elementen entsprechen würden, allein in dieser Beziehung scheint er nicht auf dem richtigen Wege zu sein. Die Untersuchungen *Gastaldi's* über die Herzmuskelfasern der Taube ergeben mit Sicherheit, dass dieselben in der Breite nur aus einer einzigen Zelle bestehen, und was die Säugethiere und den Menschen betrifft, so glaube ich hier für dasselbe einstehen zu können, mit dem Bemerken jedoch, dass, wo Verbindungen der Muskelfasern sich finden, auch zwei Zellen nebeneinander vorkommen. — *Gastaldi's* Untersuchungen zufolge wachsen übrigens die Muskelzellen im Herzen der Taube sehr bedeutend aus, bevor sie verschmelzen, und werden zu langen Spindeln mit drei und vier und vielleicht noch mehr Kernen, ein Verhalten, das bei Säugethieren nicht vorzukommen scheint, denn, wenn ich recht sehe, bleiben hier die Zellen kurz und nur höchstens zweikernig. Auch scheint die Verschmelzung derselben hier keine sehr innige zu sein, wenigstens gelingt es, beim Ochsen und beim Menschen durch starke Kalilösung kurze einkernige Bruchstücke zu erhalten, die kaum etwas anderes als die ursprünglichen Bildungszellen sein können.

Alles zusammengenommen wird wohl das Gewicht besonders darauf zu legen sein, dass das Herz mehr aus embryonalen kurzen Muskelzellen besteht. Bei niedern Wirbelthieren sind dieselben wenig oder gar nicht verschmolzen und bilden starke secundäre Bündel. Bei Vögeln und Säugern dagegen ist die Verschmelzung derselben eine

innigere, und stellen dieselben nur einfache netzförmig verbundene Reihen dar, von denen jeder einzelne Theil, soweit er einer ganzen Zelle entspricht, einem einfachen Primitivbündel anderer Muskeln gleichwerthig ist.

Die beiden grossen Arterien des Herzens verhalten sich mit Bezug auf den Ursprung der Muskelfasern etwas verschieden, wie *Donders* richtig bemerkt. Während nämlich die *Art. pulmonalis* im ganzen Umfange als Ursprungsquelle solcher dient, bleibt bei der *Aorta* die Seite, die sich in den einen Zipfel der *Mitralis* fortsetzt, frei. Hier grenzt dann natürlich auch der arterielle an den venösen Faserring. Dieser Stelle gegenüber befindet sich dicht unter dem Faserringe der *Aorta*, der hier mit der Scheidewand der Kammern sich verbindet, eine kleine durchsichtige Stelle des *Septum*, die wie *Reinhard* nachgewiesen hat, zuerst *Th. B. Peacock* als etwas Normales bekannt war. An dieser Stelle, die etwas später auch von *Hauska* beschrieben wurde, wird das *Septum* nur von einer Fortsetzung des *Annul. fibrosus* der *Aorta* und beiden Endocardschichten der Kammern gebildet (*Donders*, *Luschka*). — Die fibrösen Ringe enthalten, wie *Donders* zuerst gezeigt hat, neben Bindegewebe und elastischen Fasern auch viele sternförmige Saftzellen. — An den Semilunarklappen des Herzens, besonders der *Aorta*, finden sich hie und da auf der Kammerfläche kleine zottenartige Auswüchse (*Luschka*, *Lambl*). In solchen Bildungen hat *Luschka* einen Zusammenhang von oberflächlichen Zellen, die er als Epithelzellen deutet, durch fadenförmige Ausläufer mit tiefer gelegenen Saftzellen wahrgenommen.

Das feinere Verhalten der Nerven des Herzens ist von mir in neuester Zeit am Herzen des Frosches geprüft worden und hat sich hierbei Folgendes ergeben. Das Froschherz erhält zweierlei Nervenfasern, und zwar erstens Ganglienfasern aus den im Innern desselben liegenden Ganglien, und zweitens die Verästelungen der *Rami cardiaci* der *Vagi*, von denen jeder einen abgibt. Die Ganglien des Herzens in der Vorhofsscheidewand und an der Kammermündung, die in ihrem gröbern Verhalten durch *Bidder's* Untersuchungen hinlänglich bekannt sind, enthalten nur unipolare Zellen, deren Fortsätze alle in feine dunkelrandige Fasern übergehen und im Herzfleische sich ausbreiten, so zwar, dass die Ventricularganglien, wie es scheint, ausschliesslich die Kammer, die Scheidewandganglien die Vorhöfe und den Venensinus versorgen. Da und dort gelingt es, eine Ganglienfaser in ihrer Ausbreitung zu verfolgen und dann überzeugt man sich, dass dieselbe nach und nach blass wird und schliesslich in eine zarte blasse kernhaltige Faser sich fortsetzt, wie sie auch in den Endigungen der Nerven in den quergestreiften Muskeln sich finden. Die Vagusäste des Herzens gehen keinerlei Verbindungen mit den Ganglienzellen ein, sondern verlaufen ganz und gar für sich, indem sie die Ganglien nur durchsetzen, und enden zum Theil im Vorhofe, zum Theil in der Kammer. In der letztern gehen sie mit dunkelrandigen feinen Fasern etwa bis zur Mitte derselben, von da an werden die Fasern, wie auch im Vorhofe, an den Endigungen blass, zart und kernhaltig, und gewinnen vollkommen das Ansehen der Enden der Ganglienfasern. Die grosse Mehrzahl der blassen kernhaltigen Fasern der beiden Nervengebiete des Herzens endet an und in den secundären Muskelbündeln des Organes, und findet man an Herzen, die in verdünnter Essigsäure lagen, mit Leichtigkeit, so zu sagen in jedem abgeschnittenen Bündel, Nervenenden. Diese Enden haben die grösste Uebereinstimmung mit denen der quergestreiften Muskeln, und stellen Verästelungen der blassen Fasern mit Kernen im Verlaufe und an den Theilungsstellen und mit freien Endausläufern dar. Zu bemerken ist nur, dass die Zahl der Aeste und Enden keine grosse ist und dass höchst wahrscheinlich nicht jede einzelne Faserzelle eines Bündels ihre besondere Endigung besitzt. — Diesem zufolge gehen die Vagusfasern und die Ganglienfasern des Herzens auf jeden Fall jede für sich zum Herzfleische, und wird die Physiologie nicht umhin können, jene Theorien gänzlich zu verlassen, welche den Vagusfasern einen unmittelbaren Einfluss auf die Ganglien des Herzens zuschreiben.

2. Von den Blutgefässen.

§. 212.

Die Blutgefässe zerfallen mit Bezug auf ihren Bau in Pulsadern oder Arterien, Haargefässe oder Capillaren und Blutadern oder Venen, doch sind diese drei Abtheilungen keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, insofern als die Capillaren auf der einen Seite ebenso unmerklich in die Venen sich fortsetzen, als sie auf der andern aus den Arterien hervorgehen, wogegen allerdings die beiderlei grösseren Gefässe, wenn auch in der Anlage im Allgemeinen übereinstimmend gebaut, doch in manchen Punkten scharf und bestimmt sich unterscheiden.

Ueber die Gewebe, welche in die Zusammensetzung der Gefässe eingehen, und ihre Anordnung ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken. Während die ächten Haargefässe nur eine einzige vollkommen gleichartige Haut besitzen, ist in den grösseren Gefässen mit wenigen Ausnahmen die Zahl der Hauptlagen auf drei vermehrt, welche am passendsten als Innenhaut, *Tunica intima*, mittlere oder Ringfaserhaut, *T. media*, und als äussere Haut, *T. externa s. adventitia*, bezeichnet werden. In diesen Häuten finden sich von den Fasergeweben des Körpers vor Allem das elastische und glatte Muskelgewebe, dann aber auch das Bindegewebe und selbst die quergestreiften Muskeln vertreten, ausserdem kommen aber auch noch Epithelien, eigenthümliche gleichartige Häute, Gefässe und selbst Nerven vor, so dass, um so mehr, da auch die verbreiteteren Gewebe in sehr verschiedenen Formen erscheinen, eine Verwickelung des Baues entsteht, welche eine allgemeine Schilderung fast unmöglich macht und nur durch genaues Verfolgen der einzelnen Abschnitte aufzuhellen ist. — Die Anordnung und Vertheilung dieser Gewebe anlangend, so haben dieselben ein sehr ausgesprochenes Bestreben zur Schichtenbildung und zur Annahme einer in den verschiedenen Lagen bestimmten Richtung des Verlaufes, doch geht die erstere selten bis zur wirklichen Selbständigkeit der einzelnen Lagen, und erleidet auch die letztere, obschon seltener, ihre Ausnahmen. Die *Membrana intima* ist die schwächste Gefässlage und besteht ohne Ausnahme aus einer Zellenlage, dem Gefässepithel, meist auch aus einer elastischen Haut, mit vorwiegender Längsrichtung der Fasern, zu der dann noch andere Lagen dieser oder jener Art sich gesellen können, welche ebenfalls fast ohne Ausnahme die Längsrichtung inne halten. Die *Media* ist meist eine starke Lage und vorzüglich der Sitz der queren Elemente und der Muskeln, enthält jedoch bei den Venen auch viele Längsfasern und führt bei allen grösseren Gefässen auch mehr oder weniger elastische Elemente und Bindegewebe. Die *Adventitia* endlich hat wieder vorwiegend Längsfaserung, ist eben so stark oder stärker als die *Media*, und besteht meist nur aus Bindegewebe und elastischen Netzen.

Verfolgt man die einzelnen Gewebe der Gefässhäute etwas genauer, so zeigt sich, dass das Bindegewebe fast überall als vollkommen entwickeltes mit feinen und stärkeren Bündeln und deutlichen Fibrillen auftritt. Nur in den kleinsten Arterien und Venen wird dasselbe durch ein undeutlich faseriges Gewebe mit spindelförmigen Bindegewebskörperchen ersetzt, und

geht schliesslich in ganz gleichartige, hie und da zellenhaltige zarte Häute über. Das elastische Gewebe erscheint nirgends im Körper in so mannichfacher Gestalt, wie gerade in den Gefässen. Von weitmaschigen lockeren Netzen der feinsten, mitteldicken und stärksten Fasern (Fig. 27. S. 78), bis zu den engsten, dichtesten, hautartig ausgebreiteten Geflechten von solchen finden sich hier alle Uebergänge, und ausserdem zeigen sich auch noch alle Umwandlungsgrade der letztern oder der elastischen Netzhäute in wirkliche elastische Häute, die entweder noch in einem sie durchziehenden elastischen, mehr oder weniger verschwindenden Fasernetze und spärlichen Lücken ihre Abstammung zur Schau tragen (Fig. 29 *a*) oder stellenweise oder ganz zu vollkommen gleichartigen, mit mehr oder weniger Lücken versehenen Platten umgewandelt sind (Fig. 324). — Quergestreifte Muskelfasern von derselben Beschaffenheit, wie im Herzen, kommen nur an den Einmündungen der grössten Venen ins Herz vor, dagegen sind glatte Muskeln namentlich in mittleren, zum Theil in stärkeren Gefässen sehr verbreitet. Ihre Elemente oder die contractilen Faserzellen zeigen in der Mehrzahl der Gefässe keine Besonderheiten, ausser dass sie die Länge von 0,04 — 0,06''' kaum überschreiten, und vereinen sich entweder unmittelbar oder mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen zusammen zu platten Bündeln und Muskelhäuten, seltener zu Muskelnetzen. Statt ihrer finden sich in den stärksten Arterien kürzere, Epitheliumzellen gleichende Plättchen, immer mit länglichen Kernen und in den kleinsten Arterien und Venen kurze längliche, selbst dem Rundlichen sich annähernde Zellen, welche beide Formen als minder entwickelte zu deuten sind.



Fig. 324.

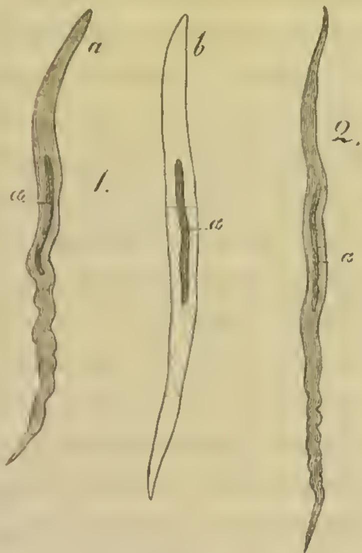


Fig. 325.

Ein eigenthümliches Fasergewebe enthält die *Intima* der stärkeren Gefässe, welches seit *Henle* allgemein als umgewandeltes Epithel angesehen wird. Es sind blasse, meist streifige, auch wohl gleichartige Lagen mit länglichen, der Längenaxe der Gefässe gleich verlaufenden (längsovalen) Kernen, welche nicht selten in schmale spindelförmige Fasern jede mit einem Kerne, ähnlich gewissen Epitheliumzellen, oder wenigstens in Fasern sich zerlegen lassen, andere Male aber auch mehr gleichartig und kernlos vorkommen oder selbst in ganz feine Faserhäute, wie die dichtesten, feinsten elastischen Netze

Fig. 324. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Art. poplitaea* des Menschen, mit Andeutung von Fasernetzen. 350mal vergr.

Fig. 325. Muskulöse Faserzellen aus Arterien des Menschen, 350mal vergr. 1. Aus der *Art. poplitaea*, *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure. 2. Aus einem Aestchen von $^{1}/_{2}'''$ der *Tib. antica*, *a.* Kern der Zellen.

sich umzuwandeln scheinen. Die Aehnlichkeit dieser Lagen, die ich die streifigen Lagen der *Intima* nennen will, oder vielmehr der ihnen zu Grunde liegenden Faserzellen mit den Gefässepithelien, berechtigt noch nicht, sie aus den letztern abzuleiten, indem keine Thatsache beweist, dass die wirklichen Epitheliumzellen und die streifigen Lagen in einem näheren Zusammenhange stehen, in der Art, dass die letztern einmal wahres Epithel und innerste Gefässlage waren, dann allmählich nach aussen rückten und in ihren Elementen verschmolzen, dagegen scheint es auch mir erlaubt, die Epitheliumzellen und die Bildungszellen der Lagen als ursprünglich gleichwerthige Zellen anzusehen, die jedoch im Laufe der Entwickelung die einen in dieser, die andern in jener Richtung sich umwandeln und so schliesslich zu mehr oder weniger verschiedenen Geweben werden.

Das Gefässepithelium (Fig. 326) erscheint in zwei Formen, nämlich einmal, besonders in den grossen Venen, als Pflasterepithelium mit vieleckigen, meist etwas verlängerten Zellen, und zweitens, wie in den meisten Arterien, als Spindelepithel mit 0,01 — 0,02''' langen zugespitzten schmalen Zellen. Dasselbe fehlt regelrecht in keinem Gefässe, lässt sich fast ohne Ausnahme ziemlich leicht in seine Elemente zerlegen und ist, wie andere einfache Epithelien, keiner regelmässigen Ablösung und Wiederbildung unterworfen. Mit *Remak* könnte man das Epithelium auch als Zellenhaut der Gefässe bezeichnen, weil dasselbe, verschieden von andern Epithelien, in grossen Gefässen oft ohne Grenze in die streifigen Lagen sich fortsetzt, so dass man häufig nicht weiss, wo das eine aufhört und die andern beginnen, doch möchte ich für mich lieber den alten Namen beibehalten, weil denn doch die innerste Zellenlage der Gefässe in ihrem Verhalten ganz einem einfachen Epithel folgt, und auch an vielen Orten (Herz, kleinere Gefässe) von den tiefern Geweben scharf abgegrenzt ist. Selbst der von *Remak* hervorgehobene Umstand, dass das Gefässepithel nicht aus den embryonalen Epithelialhäuten hervorgeht, kann mich nicht bestimmen, dasselbe von den andern Epithelien zu sondern, da ja auch die Ueberzüge der serösen Säcke und Synovialcapseln, die Niemand von den Epithelien wird sondern wollen, ganz selbständig sich entwickeln.


Fig. 326.

Alle grössern Gefässe bis zu solchen von $1/2'''$ und darunter besitzen sogenannte Ernährungsgefässe, *Vasa vasorum s. nutritia*, welche von kleinen benachbarten Arterien abstammen und vorzüglich in der *Adventitia* sich ausbreiten, in der sie ein reichliches Capillarnetz mit mehr rundlichen Maschen erzeugen, aus dem dann die neben den Arterien verlaufenden Venen entstehen, die bei den *Vasa vasorum* der Venen ihr Blut unmittelbar in die versorgte Vene ergiessen. Auch die *Media* der grösseren Arterien und Venen enthält nach dem übereinstimmenden Zeugnisse vieler Forscher Gefässe, jedoch in sehr geringer Zahl und nur in den äussern Schichten, wogegen die innern Lagen derselben und die *Intima* mir immer gefässlos erschienen, obgleich auch hier einige Beobachter Gefässe gesehen haben wollen

Fig. 326. Epithelialzellen aus Gefässen, die längere aus einer Arterie, die kürzere aus Venen vom Menschen, 350mal vergr.

(beim Ochsen ist die *Vena cava inferior* bis an die *Intima* mit reichlichen Gefässen versehen). Nerven lassen sich, vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven abtretend, an vielen Arterien mit Leichtigkeit nachweisen, erscheinen jedoch häufig nur als Begleiter derselben. Wo sie in dieselben eindringen, verlaufen sie nur innerhalb der *Adventitia*, und lassen in günstigen Fällen bei Thieren Theilungen und freie Endigungen ihrer feinen Röhren wahrnehmen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 523 u. 533). Manche Arterien scheinen der Nerven ganz zu entbehren, wie die meisten der Gehirn- und Rückenmarksubstanz, der *Chorioidea*, der *Placenta* und auch viele Arterien von Muskeln, Drüsen und Häuten, doch bedarf es jetzt, wo wir mit der Zartheit der Nervenenden in den glatten Muskeln bekannt geworden sind (siehe §. 150), neuer Untersuchungen, bevor man in dieser Angelegenheit mit Bestimmtheit sich wird aussprechen dürfen. Dasselbe gilt von den Venen, bei denen bis jetzt nur an den grössern spärliche feine Nerven nachgewiesen sind. Beobachtet wurden dieselben an den *Sinus* der *Dura mater*, den Venen des Wirbelkanals, *VV. cavae, jugulares comm., iliacae, crurales*, an den Lebervenen. Dieselben stammen ebenfalls vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven, und sind mit Bezug auf ihre Endigungen noch nicht erforscht. Nach *Luschka* sollen dieselben bis in die innerste Gefässhaut sich erstrecken, was mir noch nicht zu beobachten gelang.

Nach meinen Untersuchungen sind die Nerven der Gefässe der Muskeln des Frosches zarte blasse kernhaltige, hie und da sich theilende Fäden, genau von derselben Beschaffenheit, wie die sensiblen Fasern der Muskeln. Beobachtet wurden dieselben sowohl an kleinen Arterien und Venen, aber lange nicht an allen, und dann auch an feinen Gefässchen der arteriellen Seite, die keine Muskeln mehr besassen. Somit scheint ein Theil dieser Nerven auch sensibler Natur zu sein.

§. 213.

Die Arterien können, behufs der leichtern Beschreibung, je nachdem die mittlere Haut rein muskulös oder aus Muskelfasern und elastischen Fasern gemengt oder vorwiegend elastisch ist, in kleine, mitteldicke und grosse Arterien eingetheilt werden, um so mehr, da Hand in Hand mit den Aenderungen der mittleren Haut in ihrem Baue auch die äussere und innere Haut in manchen Beziehungen wenigstens anders sich gestalten. Allgemeine Eigenschaft der Arterien ist, dass ihre mittlere Haut eine ungemeine Stärke hat, aus vielen regelmässig angeordneten Schichten besteht und mit ihren Elementen der Quere nach verläuft. In den stärksten Arterien ist die *Media* gelb, sehr elastisch und von grosser Mächtigkeit; gegen die Endausbreitungen zu nimmt dieselbe nach und nach an Dicke ab, und wird röthlicher und verhältnissmässig reicher an Muskeln, bis sie endlich unmittelbar vor den Capillaren ganz dünn erscheint und dann verschwindet. Die weissliche *Intima* ist immer viel dünner und schwankt innerhalb geringerer Grenzen, richtet sich jedoch ebenfalls nach der Stärke der Gefässe, wogegen die *Adventitia* in den stärksten Arterien bedeutend dünner ist, als in denen von mittlerer Stärke, wo sie der *Media* an Dicke oft gleichkommt oder sie noch übertrifft. — Bei der einzelnen Darstellung beginnt man am besten mit den kleinsten Arterien als den im Baue einfachsten, an welche dann leicht die andern sich anschliessen.

Arterien unter $^1/_5$ oder 1''' zeigen mit wenigen Ausnahmen bis nahe an die Capillaren folgenden Bau (Fig. 327). Die *Intima* besteht nur aus zwei Lagen, einem Epithel und einer eigenthümlichen, glänzenden, minder durchscheinenden Haut, die ich die elastische Innenhaut nennen will. Das erste hat ausgezeichnet spindelförmige blasse Zellen mit längsovalen Kernen, welche äusserst leicht im Zusammenhange in ganzen Fetzen, ja selbst als vollkommene Röhre, aber auch einzeln für sich darzustellen sind und einerseits mit den spindelförmigen Bindegewebskörperchen jungen Bindegewebes, andrerseits mit contractilen Faserzellen eine nicht geringe Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letztern durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und das chemische Verhalten sich unterscheiden. Die elastische Haut ist im Mittel 0,001''' dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist starken Längsfalten (häufig auch feine zahlreiche Querfältchen) besitzt, die ihr, auch wenn sie vollkommen gleichartig ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte gefensterte Haut mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches, aber sehr dichtes Netz vorzüglich längsverlaufender elastischer Fasern mit engen länglichen Spalten, und stimmt in ihrem Ansehen, sowie durch ihre grosse Elasticität und ihr chemisches Verhalten vollkommen mit den elastischen Häuten der *Media* grosser Arterien überein. — Die mittlere Haut der kleinen Arterien ist rein muskulös, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen, und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 0,03'''). Ihre zu hautartigen Lagen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von $^1/_{10}$''' noch ziemlich leicht durch Zerzupfen, an noch kleinern durch Kochen und Erweichen in Salpetersäure von 20 pCt. oder durch starke Kalilösung darstellen, und ergeben sich als 0,02—0,03''' lange, 0,002—0,0025'''

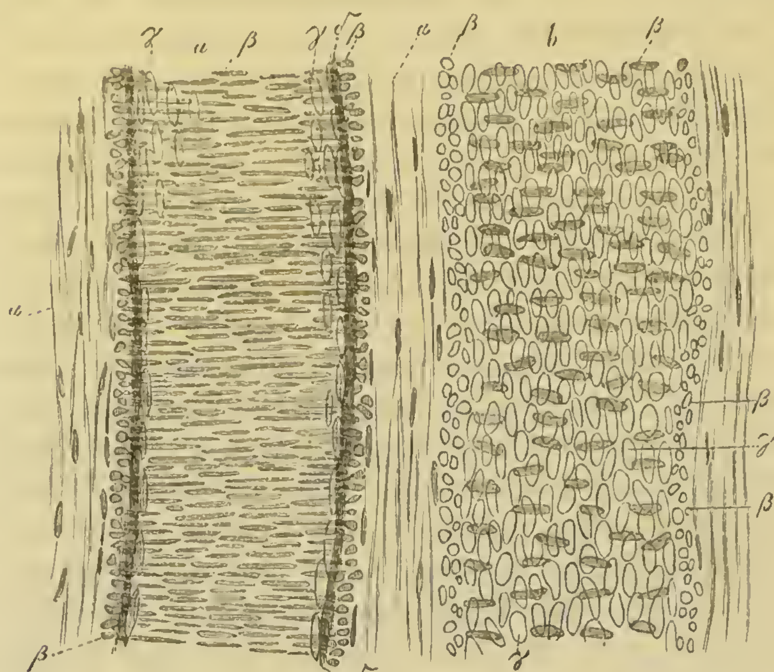

Fig. 327.

Fig. 327. Eine Arterie (*a*) von 0,062''' und Vene (*b*) von 0,067''' aus dem *Mesenterium* eines Kindes, mit Essigsäure, 350mal vergr. *α. Tunica adventitia* mit länglichen Kernen von Bindegewebskörperchen, *β*. Kerne der contractilen Faserzellen der *Media*, zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitte, *γ*. Kerne der Epithelzellen, *δ*. elastische Längsfaserhaut.

breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, und ist meist so stark wie die *Media*, oder selbst etwas stärker.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von $^1/_8'''$, weiter gegen die Capillaren zu ändert sich derselbe jedoch immer mehr (Fig. 328). Schon an Arterien von $^1/_{10}'''$ enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Zellen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Zellen führend, mehr gleichartig erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen gleichartige Hülle darstellt, die an Gefässen unter 0,007''' ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter $^1/_{10}'''$, bis zu solchen von $^1/_{25}'''$ noch drei und zwei Lagen von Muskeln und 0,005 — 0,008''' Mächtigkeit, an kleinern nur noch eine Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 0,03 — 0,007''' nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 0,015 — 0,006''' mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 0,012''' bilden diese mehr jugendlichen Formen von contractilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmählich auseinander (Fig. 328) und verlieren sich ganz. Die *Intima* hat bis zu Gefässen von 0,028 — 0,03''' eine elastische Innenhaut, die freilich bei ihrem ersten Auftreten sehr zart ist, und erst bei Arterien von 0,06 — 0,08''' ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Epithel bis zu Arterien von 0,07''', selbst von 0,01''' verfolgen, wobei freilich zu bemerken ist, dass seine Zellen zuletzt nur schwer darzustellen und vorzüglich aus den dichtstehenden Kernen von längsovaler Form zu erschliessen sind.



Fig. 328.

Mitteldicke Arterien über $^4/_5$ oder 1''' bis zu solchen von 2 und 3''' zeigen anfänglich in der äussern und innern Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 0,05—0,12'''), sondern auch im Baue verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind, wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Abtheilungen dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind, und hie und da die

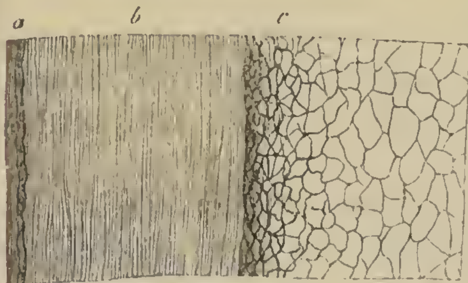


Fig. 329.

Fig. 328. Eine Arterie (*a*) von 0,01''' und eine Vene (*b*) von 0,015''' aus dem *Mesenterium* eines Kindes, 350mal vergr., mit Essigsäure. Die Buchstaben wie Fig. 327, ε. *Media* der Vene aus zellenführendem Bindegewebe.

Fig. 329. Querschnitt der *Art. profunda femoris* des Menschen, 20mal vergr. *a. Intima* mit der elastischen Lage (das Epithel ist nicht sichtbar), *b. Media* ohne elastische Lagen, aber mit feinen elastischen Fasern, *c. Adventitia* mit elastischen Netzen und Bindegewebe.

Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu wechseln, ohne jedoch die Natur eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren ausgezeichnet muskulösen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. — Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Schichten die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter nach aussen gelegenen feinen elastischen Netzen, die in einer gleichartigen, feinkörnigen oder fibrillären Bindesubstanz ihre Lage haben, eine von 0,006—0,05‴ starke mittlere Schicht in der *Intima*, deren Elemente ebenfalls alle der Länge nach verlaufen, und sich hierdurch leicht von den zum Theil ähnlich aussehenden Muskelschichten der *Media* unterscheiden. Die *Adventitia* endlich beträgt fast in allen diesen Arterien mehr als die *Media*, und steigt von 0,05 — 0,16‴ an. Ihre elastischen Fasern werden zugleich immer stärker, und lassen schon bei Gefässen von 1‴ eine stärkere Anhäufung an der Grenze gegen die *Media* erkennen, welche Grenze in allen diesen Arterien äusserst scharf ist. Ausnehmend schön wird diese elastische Haut der *Adventitia*, in den stärksten hierher gehörenden Gefässen, wie in der *Carotis externa* und *interna*, der *Cruralis*, *Brachialis*, *Profunda femoris*, *Mesenterica*, *Coeliaca*, wo dieselbe 0,013—0,04‴ und mehr misst, und zum Theil sehr schön geschichtet ist mit Lagen, deren Bau dem der wirklichen elastischen Häute oft sehr stark verwandt ist. Uebrigens enthalten auch die äussern Lagen der *Adventitia* elastische Netze, nur sind deren Elemente etwas feiner und bilden keine Blätter, sondern hängen mehr regellos miteinander zusammen. — Die stärksten mitteldicken Arterien zeigen schon eine Annäherung an die grössten Arterien, insofern als in ihrer *Media* gewisse Theile der elastischen Netze zu etwas stärkeren elastischen Blättern ausgeprägt sind, welche jedoch durch die ganze Dicke der *Media* miteinander zusammenhängen und auch seltener wirkliche elastische Häute sind, wodurch sie am besten von den noch zu beschreibenden elastischen Platten der Ringfaserhaut grosser Arterien sich unterscheiden. In erster Andeutung erscheinen diese Blätter in den innern Lagen der *Media* der *Cruralis*, *Mesenterica superior*, *Coeliaca*, *Iliaca externa*, *Brachialis* und der äussern und innern *Carotiden*, wogegen sie auffallender Weise im Anfange der *Tibialis antica* und *postica* und in der *Poplitaea* durch die ganze mittlere Haut sich finden, und namentlich in der letzten Arterie, die auch meist etwas dickere Wände hat als die *Cruralis*, recht hübsch entwickelt sind.

Durch das eben angegebene Verhalten der *Media* und sonst wird der Uebergang der mitteldicken zu den grössten Arterien ebenfalls ein ganz allmählicher. Was die *Intima* anlangt, so sind die Epithelzellen in diesen in der Regel nicht mehr so ausgezeichnet verlängert, wie in den kleinern Arterien, jedoch immer noch spindelförmig von 0,006 — 0,01‴. Der übrige Theil dieser Haut wird mit der Stärke der Gefässe nicht gerade nothwendig dicker, zeigt jedoch namentlich in der *Aorta* eine grosse Geneigtheit zu Verdickungen, so dass es oft schwer wird, die regelrechte Dicke desselben zu bestimmen. Bezüglich auf den Bau besteht derselbe vorzüglich aus Lagen einer hellen, bald gleichartigen, bald streifigen, selbst deutlich fibrillären Substanz,

welche meist wie Bindegewebe sich ausnimmt (*Eulenburg* erhielt etwas Leim aus der *Intima*), und von feinern und gröbern längsziehenden elastischen Netzen durchzogen wird. In der Regel werden diese von innen nach aussen immer dichter und in ihren Elementen stärker, und schliesst die Innenhaut gegen die *Media* entweder mit einer elastischen dichten Netzhaut oder einer wirklichen gefensterten mehr oder weniger faserigen Haut, welche offenbar der elastischen Innenhaut der kleinen Arterien entspricht. Unmittelbar unter dem Epithel sind die elastischen Fasernetze entweder sehr fein, oder werden durch eine oder mehrere helle Lagen, die streifigen Lagen, vertreten, die, wenn sie kernhaltig sind, oft wie aus verschmolzenen Epithelzellen zu bestehen scheinen, wenn gleichartig und kernlos, blassen elastischen Häuten sich annähern. — In der Ringfaserhaut erscheinen als neues Element in den stärksten Arterien besondere elastische Häute oder Platten, die, abgesehen von ihrem queren Faserverlaufe, der elastischen Innenhaut namentlich kleinerer Arterien in allem Wesentlichen gleich gebildet sind, und bald als die dichtesten Netze starker elastischer Fasern, bald als wirklich gefensterte Häute mit mehr zurückstehender Faserung erscheinen. Diese 0,001 — 0,0012‴ dicken Platten, deren Zahl bis auf 50 und 60 ansteigen kann, wechseln regelmässig in Entfernungen von 0,003 — 0,008‴ mit queren Schichten glatter Muskeln, die von Bindegewebe und Netzen mittelfeiner elastischer Fasern durchzogen sind, ab, sind jedoch durchaus nicht als regelmässig ineinander geschachtelte, von einander getrennte und in ihren Zwischenräumen von Muskeln angefüllte Röhren zu denken, sondern stehen einmal bald häufiger, bald spärlicher untereinander und mit dem feineren, die Muskeln durchziehenden elastischen Netze in Verbindung, und sind zweitens nicht selten stellenweise unterbrochen, oder von gewöhnlichen elastischen Netzen vertreten. Am schönsten und regelmässigsten erscheinen die Platten in der *Aorta abdominalis*, dem *Truncus anonymus*, der *Carotis communis* und den kleinsten hierher gehörigen Arterien, doch wechseln diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr, so dass man, ohne im Besitze sehr ausgedehnter Untersuchungen zu sein, kaum etwas allgemein Gültiges aufstellen kann. — Was die *Media* sonst noch auszeichnet, ist die geringe Entwickelung ihrer Muskulatur. Contractile Faserzellen sind zwar auch in den grössten Arterien durch alle Schichten der *Media* zu finden, allein dieselben machen einmal, verglichen mit den übrigen Elementen derselben, den elastischen Platten, dem Bindegewebe und den feinern elastischen Netzen, nur einen unbedeutenden Theil dieser Haut aus

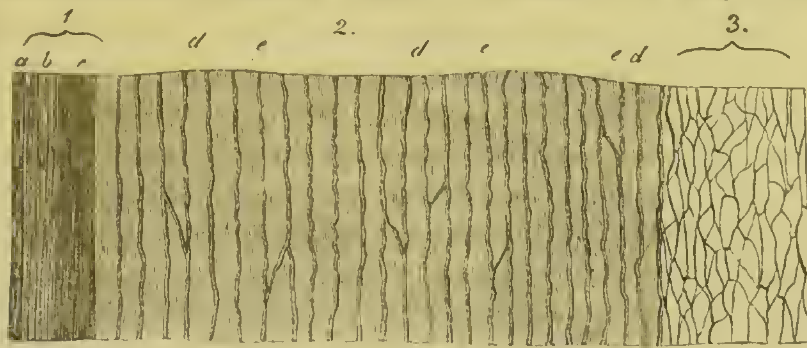


Fig. 330.

Fig. 330. Querschnitt der *Aorta* unterhalb der *Mesent. superior*. 1. *Intima*. 2. *Media*. 3. *Adventitia*. *a*. Epithel, *b*. gestreifte Lagen, *c*. elastische Häute der *Intima*, *d*. elastische Häute der *Media*, *e*. Muskeln und Bindegewebe derselben, *f*. elastische Netze der *Adventitia*. Vom Menschen, 30mal vergr., mit Essigsäure.

($^1/_3$ — $^1/_4$) und sind zweitens auch in ihren Elementen so unentwickelt, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob dieselben ein irgend nennenswerthes Zusammenziehungsvermögen besitzen. Man findet nämlich in der *Aorta* und dem Stamme der *Art. pulmonalis* die Faserzellen in den innern Schichten der *Media* oft nicht länger als 0,01''', und dabei 0,004 — 0,006''' breit und ganz platt, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen, zugleich unregelmässig von Gestalt, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, jedoch mit den bekannten stabförmigen Kernen. In den äusseren Schichten werden die Faserzellen schmäler und länger (bis 0,02''') und zugleich den ausgezeichneten muskulösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher, doch behalten dieselben in ihrem Ansehen etwas Starres und Eigenthümliches. In den *Carotides, Subclaviae, Axillares, Iliacae* sind die contractilen Elemente schon entwickelter, daher auch die *Media* dieser Arterien nicht die reingelbe Farbe derjenigen der grössten Arterien hat, sondern schon mehr ins Röthliche spielt. — Die *Adventitia* der grossen Arterien ist im Ganzen und im Vergleiche zu den übrigen Lagen schwächer als die der kleinern, und beträgt von 0,04 — 0,02'''. Ihr Bau ist im Ganzen genommen derselbe, wie früher, doch ist ihre elastische innere Lage viel weniger entwickelt und wegen der dicken elastischen Elemente der *Media* auch sehr wenig von dieser abgegrenzt.



Fig. 331.

Auch die *Intima* gewisser Arterien enthält glatte Muskeln, wie ich bei der *Axillaris* und *Poplitaea* des Menschen fand und später auch *Remak* namentlich für die Eingeweidearterien der Säugethiere nachwies. Sehr häufig ist beim Menschen in grossen Arterien diese Haut verdickt, wobei namentlich eine ungemeine Zunahme der streifigen Lagen sich ergibt. — In der *Media* fehlt die Muskulatur in keiner Arterie ganz, doch mangelt sie an den Arterien der *Retina* an Aesten unter 0,02'''. — Die *Adventitia* grosser Arterien enthält bei Thieren Muskeln, beim Menschen nicht. Nach *J. Lister* (*Trans. of the R. Soc. of Edinburgh* 1857, und *Quart. Journ. of micr. sc.* Oct. 1857. p. 8) sind die contractilen Faserzellen der kleinsten Arterien der Froschschwimmhaut bei einer Länge von $^1/_{100}$ — $^1/_{200}$ Zoll anderthalb bis zwei und einhalb Mal spiralig um die Innenhaut herum gelegt, und bilden solche Faserzellen in einfacher Lage die ganze Muskelhaut. Die Kerne der Muskelzellen kleiner Arterien zeigen nach *H. Müller* oft eine gewisse Regelmässigkeit und stehen entweder alle hintereinander in einer Reihe, oder abwechselnd in zwei Reihen, oder in einer Spirallinie. — In den Wänden der Ciliararterien fand *H. Müller* nicht selten knorpelzellenartige Gebilde (Würzb. Verh. X. S. 183).

§. 214.

Venen. Auch die Venen lassen sich in drei Abtheilungen, kleine, mittelstarke und starke bringen, die jedoch nicht ganz so scharf von einander abzugrenzen sind, wie diess bei den Arterien der Fall ist. Die Venen sind ohne Ausnahme dünnwandiger, als die Arterien, was eben so sehr von einer geringern Entfaltung von muskulösen Elementen, als von einer spärlichern Entwickelung der elastischen Theile abhängt, daher auch die Venenwände schlaffer und minder zusammenziehungsfähig sind. Die *Intima*

Fig. 331. Muskulöse Faserzellen aus den innersten Lagen der *Arteria axillaris* des Menschen, 350mal vergr. *a*. Ohne, *b*. mit Essigsäure. *α*. Kern der Fasern.

ist bei grossen Venen häufig nicht stärker als bei mittelstarken, weniger entwickelt als bei den Arterien, sonst im Wesentlichen gleich gebaut. Die niemals gelbe, meist grauröthliche *Media* enthält viel mehr Bindegewebe, weniger elastische Fasern und Muskeln, und zeigt, was ein Hauptunterschied ist, immer neben den queren auch längsverlaufende Schichten. Dieselbe ist im Allgemeinen schwach, jedoch bei mittelstarken Venen stärker als bei grössern, und auch in der Muskulatur am kräftigsten entwickelt. Die *Adventitia* ist in der Regel die stärkste Lage, und zwar nimmt ihre Dicke mit derjenigen der Gefässe meist zu. In der Zusammensetzung schliesst sie derjenigen der Arterien ganz sich an, nur dass in vielen Venen, besonders der Unterleibshöhle, zum Theil sehr entwickelt längsverlaufende Muskeln erscheinen, welche der ganzen Venenwand ein eigenthümliches Gepräge geben.

Die kleinsten Venen (Fig. 328, *b*) bestehen so zu sagen nur aus einem kernhaltigen, undeutlich faserigen oder gleichartigen Bindegewebe und einem Epithel. Letzteres ist in seinen Elementen länglichrund oder rund mit länglichrunden oder selbst rundlichen Kernen, während ersteres eine verhältnissmässig starke *Adventitia* und noch eine dünnere, die *Media* vertretende Lage (Fig. 328, *ε*), beide mit Längsrichtung der Fasern bildet. Unter 0,01‴ verlieren die Venen allmählich das äussere Bindegewebe und das Epithel, und geht dem Anscheine nach die mittlere Lage derselben in die Haut der Capillaren über. Eine Muskelhaut und überhaupt eine Lage von ringförmigen Fasern tritt erst bei Venen über 0,02‴ auf und zwar in Gestalt von anfänglich weit auseinander stehenden queren länglichrunden Zellen, mit kurzen länglichen, zum Theil selbst fast rundlichen Kernen. Nach und nach werden diese Zellen länger und zahlreicher, und bilden endlich an Gefässen von 0,06 — 0,08‴ eine zusammenhängende Lage (Fig. 327, *β*), welche jedoch immer unentwickelter ist, als die der entsprechenden Arterien. So bleibt der Bau der Venen bis zu 0,1‴, dann aber treten allmählich elastische, anfangs feine Netze nach aussen vom Epithel, in der *Musculosa* und *Adventitia* auf, während zugleich die Muskellagen sich vermehren, und auch selbst Bindegewebe und feine elastische Fasern zwischen ihre Elemente aufnehmen.

Venen von mittlerem Durchmesser von 1 — 3 — 4‴, wie die Hautvenen und tiefern Extremitätenvenen bis zur *Brachialis* und *Poplitaea*, die Eingeweide- und Kopfvenen mit Ausnahme der Hauptstämme, zeichnen sich durch die namentlich bei den Venen der untern Extremität nicht unbedeutende Entwickelung ihrer Ringfaserhaut aus, die wie bei den Arterien gelbröthlich von Farbe und querstreifig ist, jedoch, auch wo dieselbe die grösste Mächtigkeit besitzt, bei weitem derjenigen der entsprechenden arteriellen Gefässe nicht gleichkommt, und die Dicke von 0,06 — 0,07‴ nicht überschreitet. Dieselbe besteht auch zum Unterschiede von den Arterien nicht allein aus queren, sondern auch aus längsverlaufenden Lagen. Erstere werden von gewöhnlichem wellenförmigem Bindegewebe mit fei-



Fig. 332.

Fig. 332. Querschnitt der *Vena saphena magna* am *Malleolus*, 50mal vergr. *a.* Gestreifte Lagen und Epithel der *Intima*, *b.* elastische Haut derselben, *c.* längsverlaufende innere Bindegewebslage der *Media* mit elastischen Fasern, *d.* quere Muskeln und *e.* längsverlaufende elastische Netze schichtenweise gelagert, *f. Adventitia*.

nen, lockigen, mehr für sich verlaufenden elastischen Fasern (Kernfasern der Früheren) und einer grossen Menge von glatten Muskeln dargestellt, deren spindelförmige Elemente bei einer Länge von 0,02—0,04''' und einer Breite von 0,004—0,007''' die gewöhnliche Beschaffenheit der contractilen Faserzellen darbieten, während die Längsschichten aus ächten stärkern und ganz starken netzförmig vereinigten elastischen Fasern bestehen. Die Lagerungsweise dieser Gewebe zu einander betreffend, so folgt in gewissen Venen (*Poplitaea, Profunda femoris, Saphena major et minor*) auf die *Intima* eine 0,01—0,04''' starke, einzig und allein aus Bindegewebe und feinen elastischen Netzen gebildete Lage mit Längsfaserung, die Längsschicht der *Media*, während in den andern Venen die muskulösen Elemente auch in die innersten Lagen sich erstrecken. In diesem Falle findet sich unmittelbar nach aussen von der Innenhaut eine Querlage von Muskeln mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen, welche drei Gewebe in diesen Venen immer einander begleiten und dann folgen, regelmässig miteinander abwechselnd, elastische Netzhäute mit Längsfaserung immer in einfacher Lage und Quermuskeln mit Bindegewebe, so dass die *Media* dieser Venen ein geschichtetes Ansehen erhält, das in etwas an dasjenige der stärksten Arterien erinnert. Es ist jedoch zu bemerken, dass die elastischen Netzhäute, wenn auch häufig sehr dicht verflochten, doch nie zu gleichartigen elastischen Häuten werden, ferner hie und da unterbrochen sind und, wie Längsschnitte deutlich lehren, ohne Ausnahme durch die ganze *Media* miteinander zusammenhängen. Die Zahl dieser elastischen Lagen schwankt zwischen 5—10, und ihre Zwischenräume betragen von 0,004—0,01'''. — Die *Intima* der mittelstarken Venen beträgt von 0,01—0,04''' und besteht, wo sie dünner ist, nur aus einem Epithel mit kürzern, jedoch länglichen Zellen, einer streifigen kernhaltigen Lage und einer elastischen Längshaut, die der elastischen Innenhaut der Arterien entspricht, aber kaum jemals als eine wirklich gleichartige gefensterte Haut, sondern meist als ein äusserst dichtes, flächenartig ausgebreitetes Netz feinerer und gröberer elastischer Fäserchen erscheint. Wo die *Intima* dicker ist, mehren sich die streifigen Lagen und treten vor Allem noch einige oder selbst mehrere Netze elastischer feiner Fasern nach innen von der erwähnten, die *Intima* abschliessenden elastischen Haut auf. Auch glatte Muskeln sah ich in den Venen des *Uterus gravidus* in der *Intima*, ebenso in der *Saphena major* und *Poplitaea*, was Remak für die Eingeweidevenen gewisser Säugethiere bestätigt. — Die *Adventitia* dieser Venen ist fast ohne Ausnahme dicker als

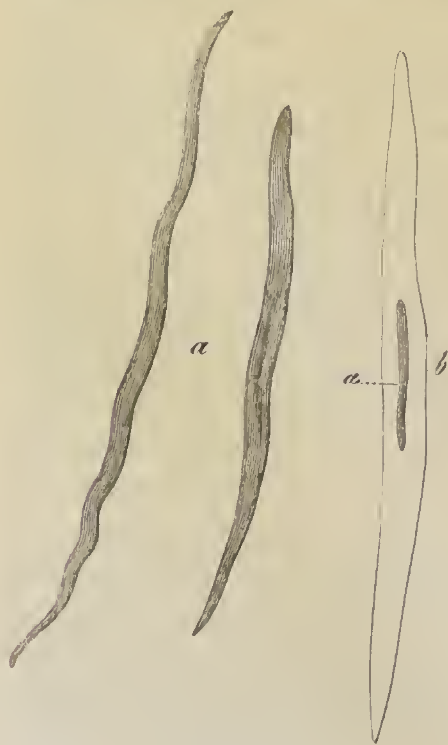


Fig. 333.

Fig. 333. Muskulöse Faserzellen aus der *Vena renalis* des Menschen. *a*. Ohne, *b*. mit Essigsäure, *α*. Kern der letztern, 350mal vergr.

die *Media*, häufig noch einmal so dick, seltener von gleicher Stärke. In der Regel enthält dieselbe nur längsverlaufende, vielfach untereinander verbundene, oft sehr schöne starkfaserige elastische Netzhäute und gewöhnliches Bindegewebe, doch kommen im Bezirke derjenigen Eingeweidevenen, deren Stämme in der *Adventitia* Längsmuskeln besitzen, solche auf eine gewisse Strecke auch in den Aesten vor (s. das Folgende).

Die stärksten Venen unterscheiden sich von denen von mittlerem Durchmesser namentlich durch die geringe Entwickelung der *Media* und namentlich der Muskulatur derselben, was freilich häufig durch das Auftreten muskulöser Elemente in der *Adventitia* ausgeglichen wird. Die *Intima* beträgt in der Regel 0,01‴ und verhält sich dann wie bei den mittlern Venen. Seltener steigt sie, wie in der *Cava inferior* hie und da, in den Stämmen der *Hepatica*, in den *Anonymae* bis zu 0,02 und 0,03‴, welche Dickenzunahme auf Rechnung gestreifter Lagen mit Kernen und feiner elastischer Längsnetze, nirgends aber auf die von Muskeln kommt. Die *Media* beträgt durchschnittlich 0,02—0,04‴, kann jedoch ausnahmsweise, wie im Anfange des Pfortaderstammes, im obersten Theile des Bauchtheiles der *Cava inferior*, an den Einmündungsstellen der Lebervenen 0,06–0,12‴ messen, oder wie im grössten Theile der *Cava* an der Leber und im weitern Verlaufe der grössten Lebervenen ganz fehlen. Ihr Bau ist im Wesentlichen derselbe wie früher, nur hängen die längsverlaufenden elastischen Netze vielfach zusammen, und sind weniger deutlich oder gar nicht in Lagen angeordnet, ferner sind die Quermuskeln spärlich und undeutlich, selbst da, wo die *Media* die angegebene bedeutende Dicke besitzt, und reichlicher mit queren Bindegewebsbündeln gemengt. Am entwickeltsten sah ich die Muskeln in der *Lienalis* und *Vena portae*, ganz zu fehlen schienen sie mir im Bauchtheile der *Vena cava* unterhalb der Leber an gewissen Stellen, in der *Subclavia* und den Endstücken der *Cava superior* und *inferior*. — Die *Adventitia* der grössten Venen übertrifft ohne Ausnahme die *Media* oft um das Doppelte und mehr bis um das Fünffache, und zeigt im Baue die bedeutende Abweichung, dass sie, wenigstens bei gewissen Venen, wie *Remak* richtig angibt, eine bedeutende Menge von Längsmuskeln enthält. Am schönsten sind dieselben, wie schon *Bernard* wusste (*Gaz. méd. de Paris*. 1849. 17. 331), im Lebertheile der *Cava inferior*, wo sie mit 0,01—0,04‴ starken Bündeln ein die innere Hälfte oder zwei inneren Drittheile der äussern Haut durchziehendes Netzwerk bilden, das, wo die *Media* fehlt, unmittelbar an die *Intima* anstösst und bis 0,22‴ Mächtigkeit erlangen kann. Ausserdem fand ich, wie *Remak*, diese muskulösen Längs-

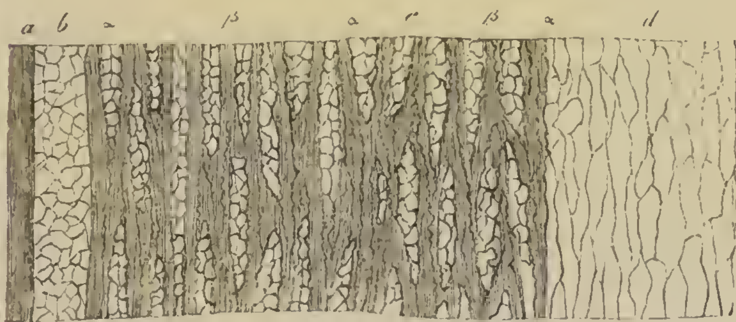


Fig. 334.

Fig. 334. Längsschnitt der untern Hohlvene an der Leber, 30mal vergr. *a. Intima*, *b. Media* ohne Muskeln, nur Bindegewebe und elastische Fasern enthaltend, *c.* innere Schicht der *Adventitia*, *α.* längsverlaufende Muskeln derselben, *β.* queres Bindegewebe derselben Lage, *d.* äusserer Theil der *Adventitia* ohne Muskeln.

bündel, die nie Bindegewebe, wohl aber elastische Fasern in gewisser Zahl enthalten, noch sehr entwickelt in den Stämmen der Lebervenen, im Stamme der *Vena portae* und im übrigen Theile der *Cava inferior*, und verfolgte dieselben bis zur *Lienalis, Mesenterica superior, Iliaca externa* und *Renalis*. Auch die *Vena azygos* zeigte einige derselben, dagegen fehlten sie durchaus in den obern Venen. Nur in der *Renalis* und *Vena portae* erstreckten sich diese Muskeln durch die ganze Dicke der *Adventitia*, während in den andern genannten Venen ein grösserer oder kleinerer äusserer Theil derselben frei blieb, und wie gewöhnlich aus längsverlaufendem Bindegewebe und elastischen starkfaserigen Netzen bestand. Hierdurch erschien dann die muskulöse Lage der *Adventitia* wie eine besondere Gefässhaut und wurde zur Verwechslung derselben mit der unentwickelten oder, wie angegeben wurde, selbst fehlenden *Media* Veranlassung gegeben, welche jedoch durch Verfolgung der Verhältnisse von den kleinern Venen an leicht vermieden werden konnte. Die Muskellage der *Adventitia* enthält ausser den contractilen Elementen, die bei einer Länge von 0,02 — 0,04''' die gewöhnlichen Eigenthümlichkeiten darbieten, und vielen elastischen Längsnetzen ohne Ausnahme eine gewisse Menge von Bindegewebe, das, wie es scheint, ohne Ausnahme quer verläuft, so dass mithin die queren Elemente auch in diesen grossen Venen, wenn auch nicht gerade vorzüglich durch Muskeln, doch vertreten sind. Alle grossen Venen, die in das Herz einmünden, besitzen auf eine kurze Strecke eine äussere ringförmige Lage derselben quergestreiften Muskeln, die auch im Herzen sich finden, mit netzförmigen Verbindungen der Primitivbündel. Dieselben sollen nach *Räuschel* im Bereiche der obern Hohlvene bis zur *Subclavia* sich erstrecken und auch an den Hauptzweigen der *Venae pulmonales* noch zu finden sein, und zwar nach *Schrant* im erstern Falle mehr im Innern der Gefässwand und der Länge nach verlaufend.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch Venen, in denen die Musculatur übermässig entwickelt ist und Venen, in denen eine solche gänzlich fehlt. Zu den erstern gehören die Venen des schwangern Uterus, in denen neben der *Media* auch die *Intima* und *Adventitia*, und zwar die letztern längsfaserige Muskellagen darbieten, deren Elemente im fünften und sechsten Monate dieselbe grossartige Entwickelung zeigen, wie die des Uterus selbst. Der Muskulatur entbehren 1) die Venen des mütterlichen Theiles der *Placenta*, in deren Wandungen ausserhalb des Epithels grosse längliche Zellen und Fasern, die ich für unentwickeltes Bindegewebe halte, vorkommen. 2) Die meisten Venen der Gehirnsubstanz und *Pia mater*. Dieselben bestehen aus einem rundlichen Epithel in einfacher Lage, einer dünnen Längsschicht von Bindegewebe mit einzelnen Längskernen als Vertreterin der *Media* und einer bei den kleineren Gefässen mehr gleichartigen, bei den grössern fibrillären und kernhaltigen *Adventitia*. Nur selten zeigt sich bei den grössten dieser Venen eine schwache Andeutung von Muskeln in der *Media*, so wie die Fig. 327 es darstellt. 3) Die Blutleiter der *Dura mater* und die *Breschet*'schen Knochenvenen, die nach aussen von einem Pflasterepithel eine Lage von Bindegewebe zum Theil mit feinen elastischen Fasern besitzen, welches unmittelbar in dasjenige der harten Hirnhaut und des innern Periostes übergeht. 4) Die Venenräume der *Corpora cavernosa* (siehe §. 201) und der Milz gewisser Säuger (siehe

§. 173). 5) Die Venen der *Retina*. — Die Venenklappen bestehen in ihrer Hauptmasse aus deutlichem Bindegewebe, das dem freien Rande derselben gleich verläuft, und viele längliche Bindegewebskörperchen und auch wellenförmige, meist feine, zum Theil auch stärkere elastische Fasern enthält. An der Oberfläche findet sich entweder nur ein Epithelium mit kurzen Zellen oder darunter noch ein sehr feines elastisches Netz mit vorwiegender Längsrichtung, welches nach *Henle* nur an der vertieften Seite der Klappen sich finden soll. Demnach können die Klappen als Fortsetzungen der *Media* und *Intima* angesehen werden, obschon Muskelfasern nach dem, was ich sah (*Wahlgren* will solche in grössern Klappen gefunden haben, während *Remak* dieselben nur von der ausgebuchteten Venenwand selbst im Bereiche der Klappen erwähnt, wo die beiden andern Häute dünn sein sollen), in ihnen fehlen.

§. 215.

Haarröhrchen. *Vasa capillaria*. Mit einziger Ausnahme der *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane, der *Placenta uterina* und der Milz hängen beim Menschen allerwärts Arterien und Venen durch reichliche Netze mikroskopischer feinster Gefässchen zusammen, die man ihrer engen Höhlung wegen mit obenstehendem Namen bezeichnet hat. Dieselben bestehen überall aus einer einzigen gleichartigen Haut mit Zellenkernen, und unterscheiden sich mithin sehr wesentlich von den grössern Gefässen, doch ist der Uebergang nach der einen wie der andern Seite ein ganz unmerklicher, so dass es auf einem gewissen Punkte des Gefässverlaufes ganz unmöglich ist, die Eigenschaften weder der einen, noch der andern Abtheilung, in die die Gewebelehre die Gefässe zu sondern gewohnt ist, wieder zu finden. Solche Gefässe kann man am besten, je nachdem sie nach dieser oder jener Seite zu liegen, als venöse und arterielle Uebergangsgefässe bezeichnen und ohne weitere Aenderung der gewöhnlichen Eintheilung den Capillaren anreihen.



Fig. 335.

Die eigentlichen Capillaren verhalten sich, genauer betrachtet, wie folgt. Ihre Haut ist vollkommen hell und klar, bald zart und durch einen einfachen Umriss bezeichnet, bald dicker, bis 0,0008 und 0,001‴, und

Fig. 335. Feinste Gefässe von der arteriellen Seite aus. 1. Kleinste Arterie. 2. Uebergangsgefäss. 3. Gröbere Capillaren. 4. Feinere Capillaren. *a*. Gleichartiges Häutchen mit noch einigen Kernen, Vertreter der *Adventitia*, *b*. Kerne mit muskulösen Faserzellen, *c*. Kerne in der kleinen Arterie, vielleicht schon einem Epithel angehörig, *d*. Kerne der Capillaren der Uebergangsgefässe. Aus dem Gehirn des Menschen, 300mal vergr.

deutlich doppelt begrenzt. In ihrem chemischen Verhalten stimmt dieselbe ganz mit ältern Zellmembranen und dem Sarcolemma der quergestreiften Muskelfasern überein (cf. §. 82), und was ihre sonstigen Eigenschaften betrifft, so ist dieselbe innen und aussen vollkommen glatt, trotz ihrer Feinheit ziemlich fest und elastisch, jedoch nicht zusammenziehungsfähig. Immer und ohne Ausnahme besitzt sie eine gewisse Anzahl von länglichen Zellenkernen, die bei einer Grösse von 0,003—0,004''' bald in weitern Zwischenräumen meist abwechselnd an dieser und jener Seite des Gefässes, bald näher und ganz dicht beisammen, doch selten wirklich gegenständig gelagert sind und bei dünner Gefässhaut an der innern Seite derselben, bei dickerer in ihr ihre Lage haben, doch so, dass sie nicht selten Hervorragungen derselben nach aussen bewirken. Die Durchmesser der Capillaren gehen beim Menschen von 0,002—0,006''', und kann man dieselben behufs der Beschreibung wiederum eintheilen in feinere von 0,002—0,003''' mit spärlichen Kernen und dünner Wand und gröbere von 0,004—0,006''' mit stärkerer Haut und zahlreichen Kernen, ohne jedoch hiermit irgend welche Grenze zwischen denselben ziehen zu wollen.

Durch die Vereinigung der Capillaren entstehen die Capillarnetze, *Retia capillaria*, welche bei den einzelnen Organen und Geweben schon ihre ausführliche Würdigung fanden und daher hier nur im Allgemeinen kurz besprochen werden sollen. Die Formen derselben, die trotz nicht unbedeutender Schwankungen bei den verschiedenen Organen bestimmte und je nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben mehr oder weniger eigenthümliche sind, hängen theils von der Lagerung der Elementartheile ab, theils richten sie sich nach der Lebhaftigkeit der Verrichtungen. Das erste anlangend, so gibt es in vielen Organen Gewebseinheiten, in welche nie Gefässe eindringen, so die quergestreiften Muskelfasern, Bindegewebsbündel, Nervenröhren, Zellen aller Art, Drüsenbläschen, und die mithin je nach ihrer Form den Capillaren ganz bestimmte Wege vorzeichnen, so dass sie bald mehr in die Länge gezogene Maschen, bald rundliche engere oder weitere Netze darstellen. Noch bestimmender ist die physiologische Leistung und ergibt sich als allgemeines Gesetz, dass, je grösser die Thätigkeit eines Organes, beziehe sie sich nun auf Bewegung oder Empfindung, auf Ausscheidung oder Aufsaugung, um so dichter die Capillarnetze, um so reichlicher die Blutmenge. Am engsten sind die Capillarnetze in den Organen, die aussondern und aufsaugen, wie in den Drüsen, vor Allem in den Lungen, der Leber, den Nieren, dann in den Häuten und den Schleimhäuten; viel weiter in den Organen, die nur behufs ihrer Ernährung und zu keinen andern Zwecken Blut erhalten, wie in den Muskeln, Nerven, Sinnesorganen, serösen Häuten, Sehnen und Knochen, doch findet man auch hier Unterschiede, indem z. B. die Muskeln und die graue Nervensubstanz vor den andern genannten Theilen reichlich versorgt sind. Die Durchmesser der Capillaren selbst verhalten sich fast gerade umgekehrt, und sind dieselben am dünnwandigsten und feinsten, von 0,002—0,003''', in den Nerven, Muskeln, in der *Retina*, den *Peyer*'schen Follikeln; in der äussern Schleimhaut und den Schleimhäuten betragen sie 0,003—0,005''', in den Drüsen und Knochen endlich 0,004—0,006''', in den letztern in der dichten Substanz, jedoch nicht mehr ganz mit dem Baue von Capillaren, selbst 0,008 und 0,01'''. Die Physiologie ist noch nicht im Stande,

alle diese Unterschiede im Einzelnen zu deuten, indem ihr die Kenntniss der Diffusionsgesetze der verschiedenen Capillarhäute mangelt, und auch die feineren Abänderungen der Blutbewegung in den einzelnen Organen gänzlich unbekannt sind.

Die Art, wie die Capillaren in die stärkern Gefässe übergehen, ist schwer zu verfolgen. Gegen die Arterien zu findet man, dass die Capillaren, indem sie breiter werden, dichterstehende Kerne erhalten und dann von aussen mit einer gleichartigen *Adventitia* und einzelnen Muskelzellen sich belegen, wodurch sie bei 0,007''' Durchmesser schon als engste Arterien erscheinen (Fig. 335, 1). An die Stelle der Kerne scheinen dann die Epithelzellen zu treten, während die Capillarhaut entweder sich verliert, oder in die elastische Innenhaut sich fortsetzt. Die venösen Uebergangsgefässe sind auf längere Strecken wenig eigenthümlich. Das erste, was hier zur Capillarhaut hinzutritt, ist eine äussere, gleichartige, kernhaltige Lage, die als eine Art Bindegewebe betrachtet werden kann, und während die Kerne der Capillargefässe dichter zusammenrücken, allmählich mit der Haut derselben verschmilzt. Bei Gefässen von 0,01''' sind die innern Kerne schon so zahlreich, dass das Epithelium in ihnen nicht zu verkennen ist, und da nun auch die äussere Lage noch um eine kernhaltige Schicht, die *Adventitia*, sich vermehrt hat, so kann das jetzt deutlich mehrschichtige Gefäss (Fig. 328) nun auch Vene genannt werden. — Mithin scheinen die Capillaren durch innere und äussere zu ihnen hinzukommende Schichten in die grössern Gefässe sich umzuwandeln, während ihre eigene Haut mit denselben verschmilzt und vielleicht in die Faserlage der *Intima* sich fortsetzt.

Ausser den feinsten Capillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Forscher noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neuern Forschern verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubt noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen, dem Blicke sich entziehen und zu eng sind (beim Menschen eingespritzt von 0,0009'''), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubt, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerken *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wornach *Hyrtl's* Angaben als auf unvollständigen Einspritzungen beruhend erscheinen. Ich kann jedoch mittheilen, dass etwas den »*Vasa serosa*« Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem ich beim Hunde von den hier, wie überall am Rande derselben befindlichen, Blutkörperchen führende Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden eine Höhlung und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Capillaren zusammenhingen, war nicht zu entscheiden, und möchte ich sie daher auch vorläufig doch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystemes erklären, dagegen stehe ich nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, denn auch wenn dieselben ohne *Lumina* sein sollten, so wird doch kaum eine andere Deutung möglich sein, als sie von dem beim Neugebornen fast die ganze *Cornea* deckenden Gefässnetze abzuleiten und für unwegsame Capillaren zu erklären. — Sollten diese Hornhautelemente nicht als *Vasa serosa* sich ergeben, so wüsste ich dann beim Erwachsenen keinen Ort, wo solche sich finden, dagegen sind plasmaführende Gefässe während der Entwickelung der Capillaren als vorübergehende Erscheinung überall vorhanden (siehe unten) und ist es daher wohl gedenkbar, dass auch später noch hie und da vereinzelt sich welche finden, oder vielleicht selbst in grösseren

Mengen vorhanden sind, ähnlich wie auch bei den Nervenausbreitungen die Endigungen oft den embryonalen Charakter beibehalten. Die seiner Zeit von *Henle* aus dem Gehirne des Kalbes beschriebenen, mit Capillaren zusammenhängenden kernhaltigen Fäden, die *Vasa serosa* zu sein schienen, die vor nicht langer Zeit auch noch *Luschka* aus dem *Ependyma* als solche aufgefasst hat, sind von *Welcker* als künstlich gedehnte gewöhnliche Capillaren erkannt worden, womit auch *Henle* sich einverstanden erklärt hat.

Die gleichartige feine *Adventitia*, welche zuerst *Bruch* (Zeitschr. f. wiss. Zool. II. S. 270) und auch ich schon seit Langem vor den feinsten Arterien und arteriellen Uebergangsgefässen beschrieben habe (siehe Fig. 335, *a*), scheint nach neuen Untersuchungen auch wirklichen Capillaren zuzukommen. So schildert *Robin* eine solche Hülle auch an den Capillaren des Gehirns, doch scheint mir dieser Forscher gesunde und krankhafte Verhältnisse durcheinander zu werfen, wenn er behauptet, dass diese gleichartige *Adventitia* an grösseren und kleineren Gefässen durch einen Zwischenraum von 0,01—0,03mm von der eigentlichen Gefässhaut getrennt sei, in welchem *Serum* oder Lymphkörperchenartige Zellen sich befinden. Ich wenigstens habe einen solchen Zwischenraum an regelrechten Gefässen nie gesehen, wohl aber in Fällen, die an alte Formen der von mir entdeckten *Aneurysmata spuria* der kleinen Hirnarterien erinnerten (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 264), in denen statt Blutkörperchen und ihren Umwandlungen nichts als farblose Zellen zwischen der *Media* und *Adventitia* sich befanden. Eine bindegewebige Hülle schreibt neulich auch *Henle* den Capillaren der Drüsenfollikel zu (Jahresb. v. 1859. S. 84), und *His* betrachtet das Vorkommen einer »*Adventitia capillaris*« als eine allgemeine Erscheinung (Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 339), was mir etwas zu viel gesagt zu sein scheint. Die beobachteten *Adventitiae* der Capillaren scheinen mir übrigens nicht alle dieselbe Bedeutung zu haben und kann man jetzt schon zwei Formen annehmen, und zwar 1) ganz gleichartige zarte Hüllen von Bindesubstanz mit und ohne Bindegewebskörperchen, wie im Gehirne, und 2) Hüllen, welche aus verschmolzenen Bindegewebskörperchen für sich allein bestehen, wie sie in den Organen vorkommen, in denen ein *Reticulum* solcher Zellen die Grundlage bildet. —

3. Von den Lymphgefässen.

§. 216.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme ihres Inhaltes so sehr mit den Venen überein, dass eine kurze Darstellung des Baues derselben genügt.

Die Lymphgefässanfänge sind von einem einzigen Orte her, nämlich in den Schwänzen der Batrachierlarven, wo ich dieselben im Jahre 1846 entdeckte (*Annal. d. sc. natur.* 1846), mit Sicherheit bekannt, und ergeben sich hier (Fig. 336) als den Blutcapillaren dem Baue nach im Wesentlichen gleich. Es besitzen diese Lymphcapillaren, die als zierliche Bäumchen von einem oberen und unteren *Vas lymphaticum caudale* aus in den durchsichtigen Säumen der Schwänze sich ausbreiten, sammt ihren Stämmen eine einzige sehr zarte gleichartige Haut mit innen an derselben anliegenden Kernen, und unterscheiden sich von den Blutcapillaren der genannten Larven, abgesehen von der Zartheit der Begrenzungshaut, einzig und allein durch die Anwesenheit von vielen kürzern und längern von ihrer Hülle ausgehenden feinen Zacken, die ihnen ein eigenthümliches buchtiges Aussehen geben. Eigenthümlich ist auch der Anfang dieser meist 0,002—0,005''' breiten Gefässe, indem dieselben nur sehr wenige Verbindungen bilden, vielmehr, auch in ganz ausgebildeten Schwänzen, fast alle mit zugespitzten feinen Ausläufern (Fig. 336, *c*) beginnen. — Was die zwei andern Beobachtungen über den Ursprung der Lymphgefässe betrifft, die ich in der ersten Auflage dieses

Buches noch als sicher bezeichnete, so sind dieselben durch neuere Erfahrungen wieder zweifelhaft geworden. Die von mir als Lymphgefässe der *Trachea* des Menschen (Mikr. Anat. Fig. 279) abgebildeten Gefässe nämlich sind möglicherweise nichts als eigenthümlich umgewandelte Blutgefässe gewesen, indem wenigstens *Virchow* in der neuesten Zeit einige Male entschiedene Blutgefässe der Trachealschleimhaut in weissliche, mit dunklen Körnchenmassen gefüllte, erweiterte Kanäle umgewandelt fand, an denen selbst scheinbar blinde Endigungen sich fanden; eine Beobachtung, die, wenn sie auch meine frühere Annahme nicht vollkommen entkräftet, doch derselben jede Sicherheit nimmt. Was zweitens die Chylusgefässe der Darmzotten betrifft, so glaube ich zwar für dieselben einstehen zu können, doch wird man, da Beobachter, wie *Brücke*, *His* und neuerdings *Frey* dieselben nur als Gewebslücken ohne besondere Begrenzungshaut ansehen (siehe §. 159), dieselben auch nicht mehr unter die Zahl der gesicherten Thatsachen einzureihen im Stande sein. — Wenn nicht an diesen Orten, so ist auf jeden Fall an keiner andern Stelle der Anfang der Chylusgefässe mit Sicherheit bekannt.

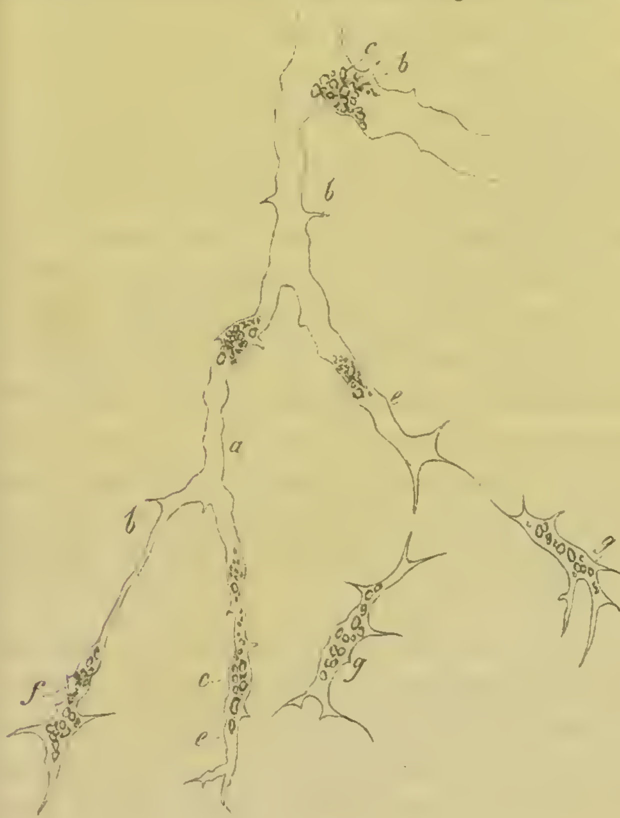


Fig. 336.

Der Uebergang der Lymphcapillaren in die stärkern Lymphgefässe ist noch wenig untersucht. Nach *Brücke* erkennt man an Chylusgefässen der Darmwände von 0,02mm, die schon Klappen haben, eine Epitheliallage an ihren Kernen, während in den noch kleineren klappenlosen Aesten, die dann ihre Wände verlieren und frei mit den vorhin erwähnten Gewebsräumen zusammenhängen sollen, dieselben mangeln. Weder an den einen, noch an den andern dieser Gefässe war es möglich, eine besondere Gefässwand von dem sie umgebenden Bindegewebe der *Adventitia* zu unterscheiden, vielmehr schienen Bindegewebslagen bis an das Epithel heran die ganze Gefässhaut zu bilden, so jedoch, dass in den klappenhaltigen Gefässen des submucösen Gewebes auch noch glatte Muskeln sich fanden (Sitzungsber. d. Wien. Akad. vom März 1853).

Die feinsten Gefässe, die ich abgesehen von den Lymphcapillaren bisher untersuchte, betrugen $^1/_{10}$—$^1/_7$—$^1/_6$''' und diese stimmten, abgesehen von der

Fig. 336. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. *a.* Membran derselben, *b.* Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c.* Reste des Inhaltes der Zellen, welche diese Gefässe bilden, in dem Kerne versteckt liegen, *e.* blinde Enden der Gefässe, *f.* ein solches noch ziemlich deutlich als eine Bildungszelle erkennbar, *g.* freie Bildungszellen im Begriff mit den wirklichen Gefässen sich zu vereinen.

Dicke der einzelnen Lagen, vollkommen mit den grössern von 1—1½‴ überein. Es besitzen diese mittelstarken Lymphgefässe drei Häute. Die *Intima* besteht aus einem Epithel von verlängerten, jedoch kürzern Zellen und einer einfachen, selten doppelten elastischen Netzhaut mit Längsrichtung der Fasern, die mit Bezug auf die Stärke ihrer Fasern und die Enge der Maschen mannichfachen Wechseln unterworfen ist, jedoch nie starkfaserig oder zu einer wirklichen elastischen Haut wird (nach *Weyrich* fehlt diese Haut in den Lymphgefässen des *Mesenterium*, wogegen ich dieselbe in denen des *Plexus lumbalis* und der Extremitäten immer vorfand). Dann folgt eine stärkere *Media* aus querverlaufenden glatten Muskeln, mit feinen ebenfalls queren elastischen Fasern, endlich eine *Adventitia* mit längsverlaufendem Bindegewebe, spärlichen Netzen feiner elastischer Fasern und einer grössern oder geringern Zahl schief und der Länge nach verlaufender glatter Muskelbündel. Diese letztern fand ich in den Extremitäten noch an Gefässen von $\frac{1}{10}$‴ und halte ich dieselben für ein gutes Merkmal, um Lymphgefässe von kleinen Venen zu unterscheiden (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 236).

Der *Ductus thoracicus* weicht von den kleinern Lymphgefässen in einigen Beziehungen ab. Auf das gleichbeschaffene Epithel folgen einige streifige Lagen und dann eine elastische Netzhaut mit Längsrichtung der Faser, doch misst die ganze *Intima* kaum 0,006—0,01‴. Die 0,025‴ dicke *Media* beginnt mit einer ganz dünnen Lage von längsverlaufendem Bindegewebe mit elastischen Fasern, und besteht im Uebrigen aus einer queren Muskelschicht mit feinen elastischen Fasern. Die *Adventitia* endlich enthält längsziehendes Bindegewebe sammt elastischen Fäserchen und einzelne netzförmig zusammenhängende Bündel von Längsmuskeln. — Die Klappen dieses Kanals und der Lymphgefässe überhaupt stimmen vollkommen mit denen der Venen überein.



Fig. 337.

Die Blutgefässe der Lymphgefässe verhalten sich am *Ductus thoracicus* wie an den Venen. — Nerven sind an denselben noch keine gefunden.

Die letzten Jahre haben mehrfache Untersuchungen über das Verhalten und den feineren Bau der Lymphgefässanfänge aufzuweisen, doch hat sich bis jetzt auch nicht von ferne eine Uebereinstimmung der verschiedenen Beobachter herausgestellt. Zu den zwei Ansichten nämlich, welche sich schon seit Langem gegenüberstehen, von denen die eine den Lymphgefässanfängen besondere Wandungen zuschreibt, während die andere dieselben als blosse Räume im Bindegewebe betrachtet und die wieder neue Vertreter gefunden haben, ist nun noch die ganz eigenthümliche Aufstellung von *v. Recklinghausen* gekommen, nach welcher die feinsten Lymphgefässe in bestimmten Beziehungen zu den Bindegewebskörperchen stehen, jedoch nicht in der Art, in welcher man diess seit *Leydig* vermuthet hatte, dass die genannten Zellen und die feinsten Lymphgefässe unmittelbar zusammenhängen, sondern so, dass die Lymphgefässe mit netzförmig zusammenhängenden Räumen enden, welche die Bindegewebskörperchen umgeben und einschliessen.

Betrachten wir zuerst die Ansicht von *v. Recklinghausen* genauer, so finden wir, dass derselbe das Vorkommen von Lymphgefässcapillaren gänzlich läugnet und behaup-

Fig. 337. Querschnitt des *Ductus thoracicus* des Menschen, 30mal vergr. *a.* Epithel, gestreifte Lagen und elastische Innenhaut, *b.* längsziehendes Bindegewebe der *Media*, *c.* quere Muskeln derselben, *d. Adventitia* mit (*e*) den längsverlaufenden Muskeln.

tet, dass auch die feinsten Lymphgefässe noch ein Epithel besitzen. Diese Gefässe nun sollen mit den Gebilden zusammenhängen, welche man seit *Virchow* allgemein als Bindegewebskörperchen bezeichnet, doch fasst *v. R.* diese Elemente nicht als Zellen auf, sondern einfach als Hohlräume im Bindegewebe, an denen eine besondere Haut bis jetzt sich nicht habe erkennen lassen, und erst in diese Räume, die er Saftkanälchen nennt, verlegt er dann zellige Elemente ohne Ausläufer, die er als Bindegewebskörperchen bezeichnet, welche mithin dem entsprechen, was bisher als Inhalt der *Virchow*'schen Zellen angesehen wurde. Prüft man die Thatsachen und Erfahrungen, durch welche *v. R.* seine neue Aufstellung begründet, so ergeben sich mehrfache Bedenken. Erstens und vor Allem vermisst man in der Arbeit desselben eine jede genauere Untersuchung der Bindegewebskörperchen *Virchow's*, und werden wohl auch ganz Unbetheiligte zugeben müssen, dass er bei seinem Ausspruche, dass dieselben keine zelligen Elemente seien, die Aufgabe sich sehr leicht gemacht hat. Gerade bei der Hornhaut, auf die *v. R.* vor Allem sich stützt, hätte eine sorgfältige Prüfung der Angaben von *His* bald gezeigt, dass hier wirklich sternförmige Zellen vorliegen, welche mit allen ihren Ausläufern, selbst nach ihrer Füllung mit Silberniederschlägen, wie *His* mit Recht angibt, einzeln sich darstellen lassen. Dasselbe ergibt auch eine Untersuchung des übrigen Bindegewebes, namentlich wenn man die Untersuchung der embryonalen Zustände herbeizieht, wie ich in meiner letzten Arbeit über das Bindegewebe bewiesen zu haben glaube. Diesem zufolge kann meiner Meinung nach eine Verbindung der Lymphgefässe mit Hohlräumen, welche Bindegewebskörperchen einschliessen, nicht in Frage kommen, und handelt es sich nur darum, ob die Untersuchungen von *v. R.* eine Verbindung dieser Gefässe mit den wirklichen zelligen Bindegewebskörperchen *Virchow's* beweisen oder nicht. In dieser Beziehung nun muss ich gestehen, dass die von *v. R.* angeführten Belege, die dem Verhalten von Silberniederschlägen in den betreffenden Theilen und den Ergebnissen von Einspritzungen unter hohem Druck entnommen sind, mir nichts weniger als vollgültig beweisend erscheinen. Ich bin zwar weit entfernt, einen Zusammenhang gewisser zelliger Elemente im Bindegewebe mit den Lymphgefässanfängen zu läugnen, um so weniger, da ich ja zuerst in den Schwänzen von Batrachierlarven eine solche Verbindung nachgewiesen habe, wenn es sich aber darum handelt, ob bei erwachsenen Geschöpfen die Lymphgefässe an gewissen oder vielen Orten mit Bindegewebskörperchen zusammenhängen, so darf man wohl verlangen, dass ein solcher einschneidender Satz nur auf Grund untrüglicher und ganz entscheidender Erfahrungen aufgestellt werde. Was *v. R.* beobachtet hat, ist nun aber nur Folgendes. Erstens hat derselbe und zwar eigentlich nur an Einem Orte (dem Zwerchfelle des Meerschweinchens) gesehen, dass die mit Silberniederschlägen gefüllten Lymphgefässe mit den in der nämlichen Weise deutlich gemachten Bindegewebskörperchen zusammenhingen. Bedenkt man jedoch, dass ein Zusammenhang von Bindegewebskörperchen mit Blutgefässen ohne Zusammenhang der betreffenden Höhlungen an vielen Orten nachgewiesen ist, so wird man zugeben, dass das von *v. R.* Beobachtete nichts beweist, wenn nicht auch die Höhlengemeinschaft dargethan ist, und diese ist von ihm nicht nachgewiesen worden. — Zweitens versuchte *v. R.* durch Einspritzungen von den Lymphgefässen aus die Bindegewebskörperchen zu füllen, und behauptet er nun auch, dass ihm diess an verschiedenen Orten gelungen sei. Durchgeht man jedoch seine Versuche (S. 73—80), auf welche hier nicht im Einzelnen eingegangen werden kann, so bleibt für viele Zweifel Raum, und habe ich wenigstens nicht die Ueberzeugung zu gewinnen vermocht, dass das, was eingespritzt wurde, wirklich Bindegewebskörperchen waren, oder dass in den Fällen, in welchen in dieser Beziehung keine Zweifel obwalten können, die Füllung nicht einfach Folge des zu hohen angewandten Druckes war.

Ich kann übrigens diese Angelegenheit nicht verlassen, ohne meine Verwunderung darüber auszusprechen, dass *v. R.* eine besondere Arbeit über die Lymphgefässanfänge veröffentlicht hat, ohne sich die leichte Mühe zu machen, den Ort zu untersuchen, an dem, wie ich schon seit Langem immer von Neuem wiederhole, die feinsten Lymphgefässe bei weitem am klarsten vorliegen, nämlich die Schwänze der Batrachierlarven. Da hätte er sich überzeugen können, dass es Lymphgefässe gibt, die kein Epithel besitzen, vielmehr ganz und gar den Bau der Blutgefässcapillaren haben, und

sich auch zugleich überzeugen können, dass diese Gefässe an ihren Enden mit wirklichen sternförmigen Zellen verbunden sind. Diese Lymphgefässe sind nun auch für mich der Hauptausgangspunkt bei der Würdigung der übrigen neuen Arbeiten über die Lymphgefässanfänge, indem ich es als ausgemacht betrachte, dass dieselben besondere selbständige Wandungen besitzen und genau nach Art der Blutgefässcapillaren sich entwickeln. Allerdings hat *His*, der diese Gefässe neulich auch gelegentlich sich angesehen hat, die Ansicht geäussert, die Wandungen dieser Gefässe würden von besondern verschmolzenen Zellen gebildet, so dass demnach die Lymphkanäle nur Intercellulargänge wären, ich bedaure jedoch, diese Vermuthung des trefflichen Forschers nicht annehmen zu können und ersuche ich denselben, die Entwickelung dieser Gefässe einer nähern Untersuchung unterwerfen zu wollen, um sich zu überzeugen, dass meine Darstellung richtig ist. Vor Allem mache ich Alle, die diesen Gegenstand weiter untersuchen, darauf aufmerksam, dass die jungen eben angelegten Lymphgefässe und ihre Bildungszellen, ebenso wie die Blutcapillaren derselben Stufe, in ihrem Innern die nämlichen eckigen Dotterkörperchen enthalten, die ursprünglich alle embryonalen Zellen erfüllen (s. *Ann. d. sc. nat.* 1846. Pl. 5. Fig. 5 u. 6, Mikr. Anat. Fig. 370 und in diesem Werke Fig. 336), was unzweifelhaft beweist, dass die Lymphkanäle aus den Höhlungen der verschmolzenen Zellen sich entwickeln. Dass die Kerne der verschmolzenen Zellen später wie in der Wand der Lymphgefässe zu liegen scheinen, beweist nichts gegen meine Annahme, denn dasselbe kommt ja auch bei den Blutcapillaren vor, ebenso wenig dass die spitzen Ausläufer der Lymphgefässe nicht alle hohl, sondern z. Th., wie ich übrigens selbst es abgebildet habe, auch unmittelbare Fortsätze der Wandung derselben sind.

Ausgehend von dieser Beobachtung über die Lymphgefässanfänge und ihre Entwickelung, die ich für die einzige sichere unter den bisher angestellten halte, erlaube ich mir die Vermuthung auszusprechen, dass viele, ja vielleicht alle Lymphgefässanfänge ursprünglich den Bau der Lymphcapillaren der Batrachierlarven haben und dass, wo später eine besondere Wandung an denselben nicht mehr unterschieden werden kann, dieselbe entweder mit dem benachbarten Gewebe unkenntlich verschmolzen oder wirklich durch nachträgliches Schwinden verloren gegangen ist. Ausserdem ist nun allerdings noch eine zweite Möglichkeit vorhanden, an welche bisher nur Wenige gedacht zu haben scheinen, die nämlich, dass die feinsten Lymphgefässe an gewissen Orten den Bau der ersten Gefässe im Fruchthofe der Embryonen besitzen und Intercellularräume sind. Sollten *v. R.'s* Angaben über das Vorkommen von Epithel in den feinsten Lymphgefässen gewisser Gegenden sich bewahrheiten, so würden solche Gefässe hierher zählen, ich muss jedoch bekennen, dass die Abbildungen dieses Forschers mir nicht gerade beweisend erscheinen. Sei nun dem wie ihm wolle, gebe es eine oder zwei Arten der feinsten Lymphgefässe, so ist, um auf das vorhin Bemerkte zurückzukommen, nach den neuesten Erfahrungen doch kaum zu bezweifeln, dass es Stellen gibt, wo an den Lymphkanälchen eine besondere Wand nicht zu unterscheiden ist. Abgesehen von den Lymphgängen der Zotten, welche *Brücke* schon lange als wandungslose Lücken im Zottengewebe betrachtet, und die nun auch *His* und *Frey* in diesem Sinne auffassen, während ich hier eine besondere Wand annehmen zu müssen glaube, gehören auf jeden Fall die Lymphgänge im Innern der Lymphdrüsen hierher, die, soweit ich sie kenne, keinerlei besondere Wand und auch kein Epithel haben, obschon auch hier *v. Recklinghausen* ein solches gesehen zu haben angibt. Dann hat *His* in neuester Zeit an verschiedenen andern Orten (*Cutis*, Schleimhäute, *Pleura*, *Peritonaeum*, *Pericardium*, *Thyreoidea*) die feinsten Lymphgefässe untersucht, und nirgends eine besondere von dem umliegenden Gewebe unterscheidbare Wand gefunden, obschon die Begrenzungen der Kanäle sehr scharf waren. In ähnlichem Sinne deute ich auch die vor *His* angestellten Untersuchungen von *Ludwig* und *Thomsa* über die Lymphkanäle im Innern des Hodens, die nach diesen Forschern nur von Bindegewebe begrenzt sind. An allen diesen Orten und wo sonst noch Lymphgänge ohne Epithel und besondere Wandung sich sollten nachweisen lassen, mag ursprünglich eine besondere Wand dagewesen, später jedoch in dieser oder jener Weise als besondere Bildung untergegangen sein, ähnlich wie in der *Placenta uterina* des Menschen die ursprünglich sicher auch vorhandenen Häute der Gefässe später verloren gehen, so dass später das mütterliche

Blut nur in wandungslosen Räumen kreist. Wie die Sachen liegen, werde ich wenigstens von Anfang an wandungslose Lymphbahnen erst dann annehmen, wenn die Entwickelungsgeschichte unumstösslich dargethan haben wird, dass den betreffenden Bahnen in der That keine wirklichen Gefässe als Ausgangspunkte dienten. —

§. 217.

Lymphdrüsen, *Glandulae lymphaticae*. Die Lymphdrüsen sind sowohl beim Menschen als bei verschiedenen Thieren in ihrem feineren Baue so verschieden ausgeprägt, dass es nicht leicht möglich ist, eine allgemeine, ganz zutreffende Schilderung derselben zu geben. Ich halte es daher für das zweckmässigste, eine Beschreibung der Lymphdrüsen der Wiederkäuer voranzustellen, bei welchen Thieren, den bisherigen Erfahrungen zufolge, alle Theile am vollkommensten und schönsten ausgebildet sind, und an diese dann die Besprechung der Organe des Menschen anzureihen.

Die Lymphdrüsen der Ochsen, die besonders durch die sorgfältigen und ausgezeichneten Untersuchungen von *His* bekannt geworden sind, bestehen für das blosse Auge, wie Durchschnitte lehren (Fig. 338), aus einer Hülle, einer Rinden- und einer Marksubstanz, von denen die letztere ein grauröthliches schwammiges, die Rindensubstanz dagegen ein weissröthliches, eher grobkörniges Ansehen darbietet. Macht man feine Schnitte durch in Alkohol erhärtete Drüsen, so erkennt man an Rinde und Mark schon bei schwacher Vergrösserung (Fig. 339) zwei Bestandtheile, die zwar hier und dort in Grösse und Gestalt verschieden sind, aber doch wesentlich ganz den nämlichen Bau besitzen, und zwar 1) ein gröberes Balkengerüste und 2) eine körnige, zellen- und blutreiche, von ersterem umschlossene Substanz, die Pulpa oder das Parenchym der Lymphdrüsen. Die Balken



Fig. 338.



Fig. 339.

Fig. 338. Querschnitt aus einer Mesenterialdrüse des Ochsen, 8mal vergr. *a. Hilus* der Drüse, *b.* Marksubstanz mit feinen Netzen von Lymphgängen, *c.* Rindensubstanz mit undeutlichen Alveolen, *d.* Hülle des Organes.

Fig. 339. Senkrechter Schnitt von der Oberfläche bis zur Mitte aus einer in Alkohol erhärt. Inguinaldrüse des Ochsen mit Essigsäure, 11mal vergr. *a.* Faserhaut der Drüse, *b.* Balken der Rindensubstanz, *c.* Parenchym der Rinde in Gestalt rundl. Knoten, *d.* Marksubstanz, in der die hellen Züge die Balken, die dunklen Massen das Parenchym darstellen, *e.* Bindegewebskern mit grösseren Gefässen. — Das ganze Balkensystem erscheint, weil in der Essigsäure gequollen, etwas zu breit.

gehen alle von der innern Oberfläche der Hülle des Organes ab, stellen je nach den verschiedenen Gegenden breitere oder schmälere Blätter und platte oder drehrunde Fasern dar, und bilden durch mannichfaches Zusammenstossen ein die ganze Drüse durchziehendes Maschenwerk, dessen Lücken alle miteinander zusammenhängen. In der Rinde sind diese Lücken, die hier Alveolen oder Follikel heissen, grösser (von $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{2}'''$), rundlich von Gestalt und mehr von einander getrennt, d. h. nur durch einzelne kurze kanalartige Gänge untereinander verbunden, in der Marksubstanz dagegen mehr schmal (von 0,01—0,05''' und mehr), röhrenartig und sehr zahlreich zusammenhängend. Diesem entsprechend erscheint die Pulpa, die alle Lücken des Balkennetzes genau erfüllt, in der Rindensubstanz in Gestalt rundlicher, mehr weniger getrennter Knoten, im Marke in Form walzenförmiger vielfach verbundener Stränge, mit dem Bemerken jedoch, dass zwischen beiden Geweben durchaus keine scharfe Abgrenzung sich findet, so wie ferner, dass auch in der Rinde zwischen den einzelnen Pulpaknoten schmale Verbindungsstränge und im Marke an den Strängen da und dort rundliche Anschwellungen vorkommen. — Die Ausdehnung der beiden Substanzen anlangend, so gibt die Fig. 338 ein gutes Bild und zeigt, dass die Rinde selbst an einer und derselben Drüse verschieden mächtig ist und in der Breite 1—3, ja selbst 4 Alveolen enthält. Ebenso verhält es sich mit verschiedenen Drüsen, doch ist im Allgemeinen die Zahl der Alveolenreihen um so geringer, je kleiner die Drüse. Da und dort kommen in gewissen Drüsen begrenzte Stellen vor, wo die Rindensubstanz selbst ganz fehlt und die Marksubstanz die Oberfläche erreicht.

Bis jetzt haben wir die Pulpa oder das Parenchym der Lymphdrüsen als einen gleichartigen Bestandtheil dieser Organe aufgefasst. Untersucht man dieselbe jedoch an eingespritzten Drüsen und an feinen Schnitten erhärteter Organe, die nach dem Verfahren von *His* ausgepinselt wurden (Fig. 340), so ergibt sich, dass dieselbe wiederum aus zwei Theilen besteht. Jeder Abschnitt derselben nämlich in der Rinde sowohl wie im Marke, mag er nun einen grösseren Knoten oder ein schmäleres strangförmiges Gebilde darstellen, zeigt einen inneren, dichteren Blutgefässe führenden Kern und eine äussere denselben ringsumgebende Lage von lockerem Gefüge und ohne Blutgefässe, der mehr wie ein gefässartiger Raum erscheint. Einspritzungen der Lymphgefässe zeigen, dass diese äusseren Räume die Bahn darstellen, durch welche die Lymphe für gewöhnlich die Drüse durchfliesst, und



Fig. 340.

Fig. 340. Feiner Schnitt aus der Marksubstanz einer in Alkohol erhärteten Inguinaldrüse des Ochsen, ausgepinselt und 90mal vergr. *a*. Markstränge (Markschläuche, *His*; Lymphröhren, *Frey*), *b*. Lymphsinus oder Lymphgänge mit dem sie durchsetzenden *Reticulum*, *c*. Balken.

wollen wir dieselben (Fig. 340, *b*) daher mit *His* als Lymphsinus oder als Lymphgänge bezeichnen (bei *Frey* sind diess in der Rinde die »Umhüllungsräume der Follikel«, im Marke »die cavernösen Gänge der Marksubstanz«). Die dichteren Blutgefässe führenden Theile der Pulpa (Fig. 340, *a*) bedürfen nun auch eines besonderen Namens, und bezeichnen wir dieselben als »eigentliche Drüsensubstanz« (*His*) und die einzelnen Abschnitte derselben als »Rindenknoten« (Ampullen oder Corticalampullen, *His*: Alveolen, *Frey*) und »Markstränge« (Drüsenschläuche oder Markschläuche, *His*; Lymphröhren, *Frey*).

Nach dieser allgemeinen Schilderung des Verhaltens der Lymphdrüsen des Ochsen wenden wir uns nun zur genaueren Betrachtung der einzelnen Theile.

1) Hülle und Balkennetz. Die *Tunica fibrosa*, ausser welcher noch ein lockeres fettzellenhaltiges gewöhnliches Bindegewebe als äussere Umhüllung da ist, besteht beim Ochsen, wie *His* mit Recht angibt, vorwiegend aus glatten Muskeln, deren Elemente durch die bekannten Hülfsmittel sehr leicht nachzuweisen sind. Dasselbe gilt von allen Balken im Innern des Organes, mit einziger Ausnahme der Umhüllungen der eintretenden Blutgefässe und ihrer Hauptäste, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe bestehen.

2) Eigentliche Drüsensubstanz (Rindenknoten und Markstränge). Dieser unstreitig wichtigste Theil der Lymphdrüsen hat beim Ochsen in der Rinde und im Marke wesentlich dieselbe Zusammensetzung, und besteht aus der von mir sogenannten cytogenen Bindesubstanz und zahlreichen Gefässen, stimmt somit im Wesentlichen im Baue überein mit dem Innern der Follikel des Darmes und der Milzbläschen. Das *Reticulum* ist auch hier ursprünglich ganz entschieden ein Zellennetz, zeigt jedoch beim erwachsenen Thiere nur noch da und dort Kerne und Kernreste, und besteht wesentlich aus einem dichten Netzwerke feiner Fasern. Im Innern der Drüsensubstanz hängt dieses Netzwerk allerwärts durch Ausläufer mit der Oberfläche der Blutgefässe zusammen und bildet um die gröbern derselben und selbst um einzelne Capillaren zarte Scheiden. Ebenso verdichtet sich das–

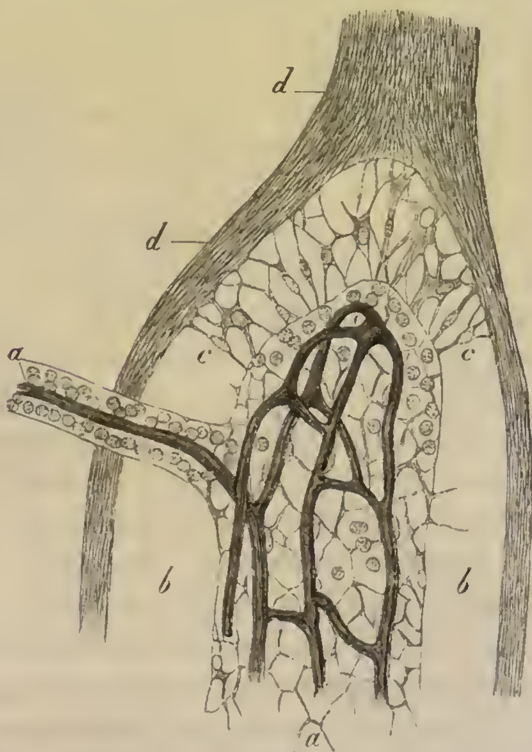


Fig. 341.

Fig. 341. Aus der Marksubstanz einer von der Arterie mit Chromblei eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Ausgepinselt und 300mal vergr. *a.* Ein Markstrang, in dem das Capillarnetz, das feine *Reticulum* und noch einzelne Lymphkörperchen sichtbar sind; *bb.* denselben umgebender Lymphgang, in dem das überall vorhandene aus kernhaltigen Zellen bestehende *Reticulum* nur bei *cc.* gezeichnet ist. Die Lymphkörperchen des Lymphganges sind ausgepinselt. *dd.* Fast ganz aus glatten Muskeln bestehende Balken, *a'.* ein kleiner Markstrang mit nur Einem Blutgefässe und mit Lymphzellen gefüllt.

selbe an der Oberfläche der Rindenknoten und Markstränge, mithin an der Grenze gegen die Lymphsinus, und stellt wie eine Hülle der erstgenannten Theile dar, welche jedoch ebensowenig wie bei den Milzbläschen und Darmfollikeln als eine besondere Haut zu denken ist, sondern einzig und allein aus dichteren Fasernetzen besteht und auch ganz bestimmt keinen vollkommenen Abschluss der Drüsensubstanz gegen die Lymphsinus darstellt, so dass nicht nur Flüssigkeit, sondern selbst geformte Theilchen aus dieser in jene und umgekehrt überzutreten im Stande sind.

In den Maschen des *Reticulum* liegen eine Unmasse von zelligen Elementen, die mit denen des Chylus und der Lymphe in allen wesentlichen Verhältnissen übereinstimmen, und bei einer Grösse von 0,003 — 0,004‴, seltener von 0,005 — 0,007‴ einfache oder mehrfache Kerne besitzen. Diese Zellen haften sehr fest in dem *Reticulum*, lassen sich jedoch durch langes Auspinseln feiner Schnittchen doch fast ganz entfernen, in welcher Beziehung zu bemerken ist, dass dieselben in der Nähe der dichteren Begrenzungsschicht der Drüsensubstanz immer am zähesten festhaften. Abgesehen hiervon ist nun noch Folgendes über die Drüsensubstanz des Ochsen zu bemerken. Die Markstränge, deren Durchmesser nach *His* $^1/_{10}$ — $^1/_{30}$‴ ist, sind die unmittelbaren Fortsetzungen der innersten Rindenknoten, in der Art, dass von jedem dieser immer mehrere selbst 3 — 5 Stränge abgehen. Der Verlauf dieser Stränge ist zwar im Allgemeinen ein sehr wandelbarer, doch gehen die Hauptzüge derselben immer gegen die *Vasa lymphatica efferentia*. An Querschnitten von Drüsen mit einem deutlichen *Hilus* (Fig. 338) ziehen dieselben daher von allen Seiten gegen diesen zu, während sie in andern einfach gegen die Mitte zustreben und auf Längsschnitten mehr eine federförmige Zeichnung bedingen. — In den Rindenknoten der Ochsen sind von *His* noch besondere Bildungen entdeckt worden, die er mit dem Namen der »Vacuolen« bezeichnet. Es sind diess, wie leicht zu bestätigen ist, $^1/_4$ — $^1/_8$‴ grosse hellere rundliche Stellen, die zu 1—4 und noch mehr oberflächlich in den äussersten Rindenknoten sich finden. Das *Reticulum* ist in diesen Vacuolen weitmaschiger und kann in der Mitte selbst gänzlich fehlen, dieselben stellen mithin wie Höhlungen mit weicherem Inhalte inmitten der derberen Substanz der Rindenknoten dar. —

3) Lymphsinus oder Lymphgänge. Diese 0,01 — 0,03‴, selbst 0,04‴ weiten Räume (Figg. 340 und 341) umgeben die Drüsensubstanz von allen Seiten, und stellen somit ein zwischen dieser und den Balken befindliches netzförmiges Kanalsystem dar, das die ganze Drüse durchzieht und, wie wir später sehen werden, einerseits die *Vasa lymphatica inferentia* aufnimmt, andererseits in die *Vasa efferentia* ausmündet. Der Bau dieser Lymphgänge ist übrigens nicht der von Gefässen, vielmehr stellen dieselben nur einen lockeren Theil der Pulpa dar und haben wesentlich denselben Bau, wie die Drüsensubstanz, nur dass sie keine Blutgefässe enthalten. Das *Reticulum* ist in den Lymphgängen vorzüglich aus kernhaltigen Zellen gebildet und so beschaffen, dass es vorwiegend aus spindelförmigen schmalen Zellen und Fasern besteht, die die Lymphgänge in der Querrichtung durchsetzen und auf Schnitten wie Strahlen erscheinen, die von der Drüsensubstanz (den Marksträngen und Rindenknoten) gegen die Balken sich erstrecken. Uebrigens kommen seitliche Ausläufer an diesen Strahlen auch vor und gibt es Stellen, die vollkom-

men den Namen eines *Reticulum* verdienen. — Die Lücken in dem *Reticulum* der Lymphsinus sind von einer lockeren Masse von Lymphzellen und Flüssigkeit erfüllt, von denen die ersteren sehr leicht auszupinseln sind, was dann Bilder gibt, wie sie die Fig. 341 darstellt. —

4) Blutgefässe. Je nach der Grösse der Lymphdrüsen treten mehr oder weniger kleine Arterienstämmchen an einer nabelartig vertieften Stelle oder in einer Furche *(Hilus)*, wo meist die Rindensubstanz fehlt, in das Organ hinein. Bei den äussern Drüsen des Ochsen sind diese Gefässe und ihre ersten Verästelungen von einer ziemlich reichlichen Umhüllung von gewöhnlichem Bindegewebe umgeben, welches auf Durchschnitten innerhalb der Marksubstanz wie besondere Kerne oder Nester bildet (Fig. 339), bei den Mesenterialdrüsen dagegen ist diese Umhüllung spärlich und schwindet bald ganz. Hier wie dort treten die feineren Verästelungen der Arterien einerseits in die Markstränge, andererseits in gewisse Trabekeln. Von diesen letztern geht ein Theil später auch noch an Markstränge, ein anderer Theil gelangt mit den Trabekeln, von denen die stärkeren auch feinere Verzweigungen besitzen, bis in die Hülle des Organes, um hier seine Endausbreitung zu finden. Die in die Markstränge eingetretenen Arterienzweige verbreiten sich theils in diesen selbst, theils gelangen sie von hier aus in die Rindenknoten. Hier wie dort gehen sie in ein ziemlich reiches Capillarnetz über, aus dem dann die Venen sich bilden, die denselben Weg wie die Arterien zurücklaufen. In den Marksträngen liegen die stärkeren Gefässe, wo sie vorkommen, immer in der Mitte, die Capillaren, deren Durchmesser 0,004''' beträgt, mehr nach aussen, so dass ihre Netze, deren Maschen meist vieleckig sind, an der Oberfläche sich befinden. In den Rindenknoten finden sich 2—3 von innen eintretende Stämmchen, deren Verästelung oft auf zwei benachbarte Knoten sich vertheilt. Indem diese noch gegen den Umfang des Knotens zu sich verzweigen, gehen sie sofort in ein Capillarnetz über, das den ganzen Knoten durchzieht, jedoch auch hier an der Oberfläche am dichtesten ist. — Die Lymphsinus finde auch ich wie *His* von Capillaren ganz frei, und gebe ich *His* für den Ochsen auch zu, dass keine Gefässe von aussen unmittelbar an die Rindenknoten treten. Ueber die Venen der Lymphdrüsen des Ochsen hat sich *His* nicht weiter geäussert. Nach meinen Erfahrungen zeichnen sich dieselben durch ihre Weite und vor Allem durch den Umstand aus, dass sie mit ihren gröberen und feineren Aesten durch die ganze Drüse reiche

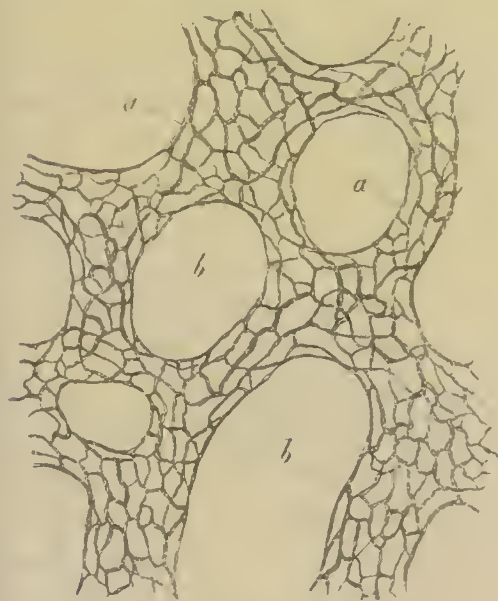


Fig. 342.

Fig. 342. Gefässe einiger Markstränge einer mit Chromblei von der Arterie aus eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen, 100mal vergr. In diesem Falle waren keine stärkeren Gefässe in den Marksträngen sichtbar. *a*. Markstränge, *b*. Räume, die von den Lymphsinus und Balken eingenommen werden, die nicht dargestellt sind.

Netze bilden, so jedoch, dass die Vacuolen und die äusseren Theile der Rindenknoten überhaupt von denselben frei bleiben.

5) Lymphgefässe. Die *Vasa lymphatica afferentia* verästeln sich zuerst in der lockern Bindegewebshülle der Drüsen und treten dann in die Faserhaut, in der sie weitere Theilungen erfahren. Ihre Enden durchbohren diese und münden in die Lymphsinus der Rindenknoten ein, welche von nun an ihre Stelle vertreten. Bis zur Faserhaut besitzen diese Gefässe alle ihre Häute, in dieser zeigen sie nur noch eine Bindegewebshülle und vielleicht ein Epithel, welche beim Uebergange in die Sinus auch schwinden. Dass die Lymphsinus die unmittelbaren Fortsetzungen der eintretenden Lymphgefässe sind, hat *His* beim Ochsen durch Einspritzungen der *Vasa afferentia* über jeden Zweifel erhaben bewiesen und zugleich gezeigt, dass die Lymphbahn weiter bis in die Lymphsinus des Markes führt. Dagegen ist es ihm nicht möglich gewesen, den Zusammenhang der letzteren mit den *Vasa efferentia* durch unmittelbare Beobachtung nachzuweisen. Ich kann diese Lücke ausfüllen, indem es mir an den sehr langen und schmalen Mesenterialdrüsen des Ochsen gelungen ist, durch Einspritzungen, welche durch Einstiche in das Mark gemacht wurden, die *Vasa lymphatica efferentia* zu füllen. Meinen Untersuchungen zufolge bilden die *Vasa efferentia*, nachdem sie durch Theilungen bis zu 0,02 — 0,04‴ sich verschmälert haben, am Drüsenhilus, jedoch noch ausserhalb der hier allein befindlichen Marksubstanz, ein reichliches Netz, das auf Flächenschnitten sehr leicht zur Anschauung kommt und ein sonderbares Ansehen gewährt, das die Fig. 343 vollkommen naturgetreu wiedergibt. Alle Gefässe des Netzes nämlich sind sehr stark geschlängelt und mit zahlreichen Ausbuchtungen versehen, woher es kommt, dass wo dieselben dicht stehen, wie auf der einen Seite der Figur, nahezu das Bild einer traubenförmigen Drüse entsteht. Sind dagegen die Lymphgefässe minder nahe beisammen gelegen, wie auf der rechten Seite der Fig. 343, so erkennt man deutlich, wie dieselben netzförmig untereinander sich verbinden. Im Allgemeinen nun finden sich die dichtesten Netze in 2—4 La-

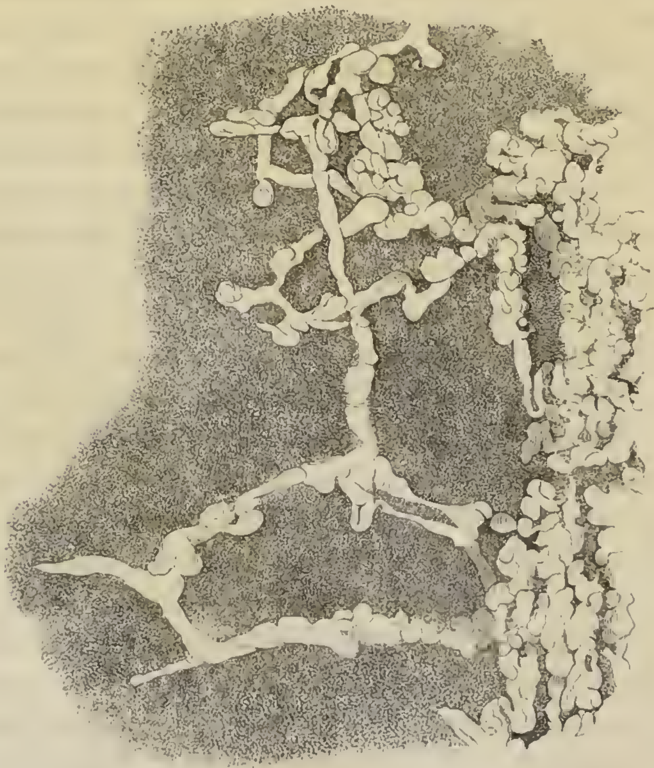


Fig. 343.

Fig. 343. Plexus der *Vasa efferentia* einer Mesenterialdrüse des Ochsen mit Chromblei durch einen Einstich in die Drüse eingespritzt, von der Fläche, 42mal vergr., bei auffallendem Lichte gezeichnet.

gen übereinander mehr oberflächlich am *Hilus*, während dieselben in der Tiefe gegen die Marksubstanz zu lockerer werden. Die Art und Weise der Verbindung dieser Gefässe mit der Marksubstanz habe ich auf Flächenschnitten nicht zu verfolgen vermocht, dagegen erkennt man an Quer- und vor Allem an Längsschnitten, wenn auch nur in einzelnen Fällen, doch sicher und bestimmt, dass das Verhältniss beider Theile zu einander in der That das ist, das *His* schon *a priori* erschlossen hat. Die Fig. 344 stellt den deutlichsten von mir gesehenen Fall dar und ersieht man aus derselben, dass die Höhlungen der feinsten Lymphgefässe in die Lymphsinus sich fortsetzen, während die Markstränge hier einfach enden und keinerlei Verbindung mit den Lymphgefässen eingehen. Bei starken Vergrösserungen sieht man auch, dass die feinsten Lymphgefässe noch zarte bindegewebige Wandungen haben, welche in das Balkennetz der Marksubstanz sich verlieren, dagegen habe ich an meinen Einspritzungen mit Chromblei nicht zu erkennen vermocht, ob die Lymphgefässe hier auch das Epithel besitzen, das in den Stämmen der ausführenden Gefässe sicher vorhanden ist.

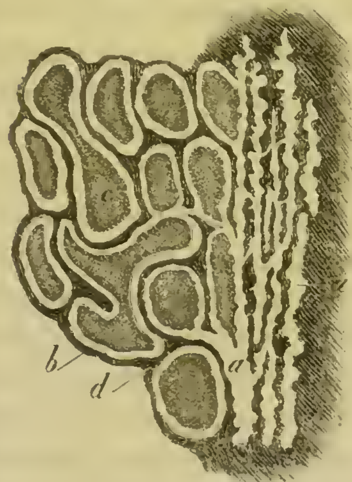


Fig. 344.

Nach dieser ausführlichen Schilderung der Lymphdrüsen des Ochsen wende ich mich nun zum Menschen, und bemerke ich zuerst, dass die Lymphdrüsen der Leichen, die man gewöhnlich zur Untersuchung erhält, häufig verkümmert und nicht geeignet sind, gute Bilder vom Baue dieser Organe zu geben. Man wähle daher vor Allem saftige pralle Drüsen junger und plötzlich Verstorbener. An solchen überzeugt man sich leicht, dass die innern Drüsen, vor Allem die der Bauch- und Beckenhöhle, wesentlich in derselben Weise gebaut sind, wie die Drüsen des Ochsen, während bei den äussern Drüsen (*Axilla*, Inguinalgegend) etwas Besonderes hervortritt. Diese Drüsen bestehen zwar scheinbar auch aus Rinden- und Marksubstanz, untersucht man jedoch näher, so zeigt sich, dass die innere Substanz nicht dem entspricht, was beim Ochsen als Marksubstanz bezeichnet wurde, sondern eine besondere Lage ist, die mit *His* als »*Hilusstroma*« bezeichnet werden kann. Dieses *Hilusstroma*, auf das ich seiner Zeit zuerst aufmerksam machte, stellt einen mehr weniger mächtigen bindegewebigen Kern dar, der ausser den gröberen Verästelungen der Arterien und Venen einen reichen Plexus wirklicher Lymphgefässe mit Wandungen zeigt. Obschon nun dieses *Hilusstroma* einen oft bedeutenden Raum im Innern der betreffenden Drüsen des Menschen einnimmt, so fehlt doch die eigentliche Marksubstanz nicht, doch ist dieselbe verkümmert und bildet nur einen ganz schmalen Streifen innen an der Rinde, der nur an feinen ausgepinselten Schnitten als das zu erkennen ist, was er wirklich darstellt.

Fig. 344. Senkrechter Längsschnitt durch den *Hilus* einer Mesenterialdrüse des Ochsen, deren *Vasa efferentia* durch Einstich mit Chromblei eingespritzt sind, 42mal vergr. und bei Beleuchtung von oben dargestellt. *a.* Plexus der *Vasa efferentia*, von dem einzelne Aestchen an die benachbarten Lymphsinus *b* gehen, *c.* Markstränge, *d.* Balken der Marksubstanz.

Einzelnheiten anlangend, bemerke ich zuerst, dass Hülle und Balkengerüst beim Menschen in den Formverhältnissen wesentlich ebenso wie beim Ochsen sich verhalten, im feineren Baue dagegen insofern abweichen, als beide hier wesentlich aus Bindegewebe bestehen. Doch kommen, wie *O. Heyfelder* zuerst angegeben hat und nach ihm *Brücke* und *His* bestätigten, glatte Muskelfasern, wenn schon spärlich, auch hier vor. — Die Pulpa oder das Parenchym zeigt beim Menschen dieselbe Zusammensetzung aus Lymphsinus und Drüsensubstanz wie beim Ochsen, wesentlich dieselbe Anordnung in Rinde und Mark wie dort, und auch den nämlich feineren Bau, in welcher Beziehung ich namentlich hervorhebe, dass auch die Markstränge im Innern überall das feine *Reticulum* der cytogenen Bindesubstanz zeigen. Die Grösse der Alveolen der Rinde geht beim Menschen von $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{3}$ und selbst $\frac{1}{2}'''$, die der Markstränge beträgt 0,01 — 0,04''' im Mittel. Die Blutgefässe verhalten sich wie beim Ochsen, nur glaube ich, entgegen *His*, darauf bestehen zu müssen, dass hier auch von aussen kleine Arterien an die Rinde treten: doch will ich für einmal nicht entscheiden, ob diese nur zu den Scheidewänden gehen, in denen sie auch *Frey* gesehen hat, oder auch an die Drüsensubstanz in den Alveolen Zweige abgeben. In Betreff der Lymphgefässe ist noch nicht alles im Klaren. So viel sieht man leicht, dass die *Vasa inferentia* an der Oberfläche der Drüse sich theilen und dann mit ihren Aesten die Faserhaut durchbohren, wobei sie noch weiter sich verzweigen. Von da an verlieren sie sich als besondere Gefässe, mit Ausnahme einiger Zweige (ich, *Frey*), die in die Scheidewände der äussersten Alveolen übergehen, jedoch auch nicht weit in die Tiefe sich verfolgen lassen, und ergibt sich aus älteren und neueren Einspritzungen (*Ludwig* und *Noll*, *Frey*, *His*), dass dieselben alle in die Lymphsinus der Rinde sich öffnen. Hiermit stimmt auch das, was man an natürlich mit Chylus gefüllten Drüsen sieht (*Brücke*, *Ecker*, *Frey*), in denen die Drüsensubstanz der Rinde oder meine Rindenknoten ganz von weissen Säumen umgeben sind. An eingespritzten Drüsen ist auch, wie ich mit *Frey* finde, der unmittelbare Uebergang der Aestchen der *Vasa lymphatica inferentia* in die Lymphsinus der Rinde nicht schwer zu beobachten, so dass über diese Angelegenheit keine Zweifel mehr möglich sind. — Von der Rinde gelangt der Lymphstrom in die Lymphsinus der Marksubstanz und von dieser in die *Vasa efferentia*. Die Art und Weise, wie diese sich zusammensetzen, ist noch wenig untersucht. In den äussern Drüsen, die ein *Hilusstroma* zeigen, bilden die *Vasa lymphatica efferentia* in diesem einen mehr weniger reichlichen Plexus, dessen Gefässe deutlich zwei Häute (ein Epithel von länglichen Zellen, eine Bindegewebslage mit Spindelzellen und eine *Muscularis*) und $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{10}'''$ Breite besitzen. Gegen die Marksubstanz zu verfeinern sich nun diese Gefässe nach und nach auf $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{50}'''$ und gehen endlich in noch feinere Gänge ($\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{100}'''$) über, deren Verhalten schwer zu ermitteln ist. An Drüsen, die durch einen Einstich in die Rinde eingespritzt waren, fand ich, dass diese auch noch netzförmig zusammenhängen und in derselben Weise mit den Lymphsinus des Markes sich verbinden, wie diess oben vom Ochsen beschrieben wurde. So viel ich sehe, besitzen auch diese feinsten Lymphgefässe noch eine zarte bindegewebige Wand, und verlieren diese erst an ihrer Verbindungsstelle mit den Lymphsinus. Auffallend war mir an den von mir eingespritzten Drüsen, dass an

vielen Stellen die grösseren Lymphgefässe des bindegewebigen Kernes von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{20}'''$ plötzlich zu solchen von 0,01—0,03''' sich verschmälerten, so dass der gröbere und der feinere Plexus ziemlich scharf von einander getrennt waren, doch fanden sich allerdings auch Gegenden, in denen die Verschmälerung der Gefässe ganz allmählich statt hatte. Alle gröberen Lymphgefässe im bindegewebigen Kerne ferner waren durch zahlreiche Schlängelungen und Ausbuchtungen ausgezeichnet und nahmen an Drüsen, deren Blutgefässe nicht eingespritzt waren, einen unverhältnissmässig grossen Raum ein.

Die Lymphdrüsen des Menschen besitzen, wie ich finde, wenigstens die grösseren, regelrecht einige feine Nerven mit feinen Primitivfasern, welche mit den Arterien ins Mark eindringen und hier dem Blicke sich entziehen. Beim Ochsen ferner sah ich an den grossen Drüsen zu beiden Seiten der Bauchaorta starke Nervenstämme im *Hilus* der Drüsen, die ganz und gar aus blassen (*Remak*'schen) Nervenfasern, von demselben Baue wie diejenigen der Milz bestanden, doch gelang es mir bisher noch nicht, dieselben im Innern zu verfolgen. Die von *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. VII. 17) erwähnten Ganglien der Lymphdrüsen habe ich noch nicht gesehen.

Indem ich mit Bezug auf die Angaben älterer und neuerer Forscher über den Bau der Lymphdrüsen auf meine Mikr. Anat. II. 2. S. 539—544 und die ausführliche geschichtliche Einleitung in der Arbeit von *H. Frey* verweise, bezeichne ich hier nur kurz die wichtigsten in der neueren Zeit über diese Organe gemachten Erfahrungen. Im Jahre 1850 wurde von *Ludwig* und *Noll* zuerst gezeigt, dass die *Vasa lymphatica afferentia* nach dem Eintreten in die Drüse als solche aufhören und in ein System von zusammenhängenden Hohlräumen einmünden, die gestützt von einem fasrigen Balkennetze und mit zelligen Elementen gefüllt, die ganze Drüse durchziehen. Aus denselben Hohlräumen lassen *L.* und *N.* auf der andern Seite die *Vasa efferentia* entspringen, und nehmen sie diesem zufolge an, dass die genannten Hohlräume in den Drüsen die Lymphgefässe ersetzen und die Lymphe beständig durch sie hindurchsickere. Hierauf zeigte ich im Jahre 1852, dass die genannten Hohlräume nicht einfach als Erweiterungen der Lymphgefässe, gefüllt mit einer zellenreichen Lymphe, aufgefasst werden können, indem ich ein reiches Blutgefässnetz in denselben nachwies, worauf ich den Inhalt derselben als besonderes Drüsenelement der Lymphdrüsen auffasste, obschon ich zugab, dass die Elemente desselben immerwährend in die *Vasa efferentia* übergehen. Vervollständigt wurden diese Angaben durch die im Jahre 1853 von *Donders* und mir gemachte Entdeckung des *Reticulum* im Innern der Alveolen. Nachdem so durch *Ludwig* und *Noll*, *Donders* und mich die Anatomie der Lymphdrüsen in ihren Grundzügen festgestellt war, wurde dieselbe dann noch wesentlich vervollständigt durch *Brücke*, und erhielt endlich, man kann wohl sagen, ihre Vollendung durch eine gemeinschaftliche Untersuchung von *His* und *Billroth*, und vor Allem durch selbständige Arbeiten von *His* und von *Frey*. *Brücke* hat in seinen in das Jahr 1853 und 1854 fallenden Arbeiten zuerst die Mark- und Rindensubstanz der Drüsen unterschieden und auch die erstere, wenn auch noch unvollkommen, doch im Ganzen richtig als ein Netz von Lymphgängen in einem zarten Bindegewebe geschildert. Die wichtigste Beobachtung ist aber die, dass die Lymphe nicht einfach den Inhalt der Rindenalveolen, wenn auch langsam, durchfliesse, wie *Ludwig*, *Noll* und ich angenommen hatten, sondern nur an der Oberfläche derselben und um dieselben herum gegen das Mark ströme, wesshalb man an mit Chylus gefüllten Drüsen den weissen Saft nur in Gestalt von Streifen um den Inhalt der Alveolen herum findet. Ist auch diese Beobachtung nicht ganz richtig, indem, wie ich zuerst gezeigt habe (Mikr. Anat. II. 2), der Chylus in seltneren Fällen den Inhalt der Alveolen ganz und gar erfüllt, so war dieselbe doch als erste Andeutung des Vorkommens besonderer Lymphbahnen in der Rinde von grosser Bedeutung. —

Zu den neuesten Untersuchungen übergehend, ist zuerst der gemeinsamen Unter-

suchungen von *His* und *Billroth* zu gedenken (s. *Billroth* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. S. 62, und Beitr. z. pathol. Hist. S. 126—128 u. 135, und *His* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. S. 333). Nachdem ich schon früher ausgewaschene und zerzupfte Schnitte der Lymphdrüsen zur Untersuchung der Gewebe derselben verwendet hatte (Mikr. Anat. II. 2. S. 530), vervollkommnete *His* dieses Verfahren durch die Anwendung eines feinen Pinsels zur Entfernung der zelligen Elemente, und gelang es ihm und *Billroth*, an ausgepinselten Schnitten die ersten genauen Beobachtungen über das *Reticulum* der Drüsensubstanz in der Rinde und im Marke, sowie über dasjenige der Lymphgänge anzustellen, was zur ersten genauen Untersuchung der wesentlichen Bestandtheile der Rinde und des Markes und zur Feststellung ihrer wechselseitigen Beziehungen Veranlassung gab. So blieb fast nichts mehr übrig, als diese Untersuchungen im Einzelnen weiter auszuführen und durch Einspritzungen der Blut- und Lymphgefässe zu vervollständigen, eine Aufgabe, der sich dann *His* und *H. Frey* in besonderen gleichzeitigen und unabhängig von einander angestellten Untersuchungen unterzogen, welche das beste sind, was bisher auf diesem Felde geleistet wurde. Die Arbeiten beider dieser Forscher stimmen in den meisten Punkten in erfreulicher Weise überein, und will ich daher hier nur noch einige Verhältnisse berühren, welche von denselben abweichend aufgefasst werden, indem ich vorher noch die Bemerkung beifüge, dass ich es mir habe angelegen sein lassen, die Angaben derselben an eingespritzten und andern Drüsen zu prüfen und nach meinen eigenen Erfahrungen für die in diesem §. gegebene Beschreibung einstehe.

Was zuerst die Markstränge anlangt, so schildert *Frey* dieselben als Röhren (Lymphröhren) mit einer wasserhellen, manchmal längsstreifigen, feinen Umhüllungshaut und Lymphkörperchen und Blutgefässen im Innern, *His* dagegen schreibt denselben vollkommen den nämlichen Bau zu, wie der Drüsensubstanz der Rinde oder meinen Rindenknoten. Nach meinen Erfahrungen muss ich *His* vollkommen Recht geben, und empfehle ich vor Allem die Markstränge des Ochsen (s. Fig. 341), um das *Reticulum* derselben zur Anschauung zu bringen, dessen Netze ebenfalls meist kernlos sind, doch gelingt es auch beim Menschen und Kaninchen, dasselbe zur Anschauung zu bringen. Von diesem *Reticulum* wird nun auch, wie bei den Rindenknoten, die Begrenzungsschicht der Markstränge gebildet, die hier ebensowenig wie dort eine zusammenhängende Haut darstellt. Uebrigens gibt auch *Frey* an, dass die Markstränge aus den Rindenknoten entspringen, denen er ebenfalls eine Umhüllungshaut abspricht, und wird er somit wohl nicht abgeneigt sein, seine Schilderung derselben in dem hier bezeichneten Sinne umzugestalten.

Das Gewebe zwischen den Marksträngen oder der Inhalt der Lymphsinus des Markes besteht nach *His* aus einem lockeren, von kernhaltigen Zellen gebildeten *Reticulum* und einem Inhalte, von dem *His* nur sagt, dass er viel leichter sich auspinseln lasse, als bei der Drüsensubstanz selbst. Unzweifelhaft fasst jedoch auch *His* denselben als zellenhaltige Lymphe, obschon er über die Menge der Zellen nirgends sich äussert. *Frey* weicht von *His* darin ab, dass er die Elemente des *Reticulum* der Lymphsinus, seine »intracavernösen Zellennetze«, wenigstens einem guten Theile nach als Hohlgebilde auffasst, welche mit den Höhlungen der Markstränge zusammenhängen und wie diese unter Umständen auch Lymphe aufnehmen. In ähnlicher Weise deutet *Frey* auch das *Reticulum* der Lymphsinus der Rinde als hohle Verbindungsbahnen der Rindenknoten. Ich habe das *Reticulum* der Lymphsinus beim Ochsen und Menschen sorgfältig untersucht und schliesse ich mich vollständig an *His* an. Ich finde in diesem *Reticulum* entschieden nichts als Bindegewebskörperchen, die wohl mit dem *Reticulum* der Drüsensubstanz (der Rindenknoten und Markstränge), nicht aber mit den die Lymphkörperchen beherbergenden Zwischenräumen desselben zusammenhängen. Wenn *Frey* in einzelnen Fällen die Fettmoleküle des Chylus in den Zellen des fraglichen *Reticulum* gesehen haben will, so möchte ich fragen, ob in diesen Fällen nicht schmale Markstränge oder Querschnitte von solchen für erweiterte Zellen des *Reticulum* genommen wurden, oder ob die Fettkörnchen nicht eine andere Bedeutung hatten, mir wenigstens haben meine Untersuchungen keine Thatsache an die Hand gegeben, die mich berechtigte anzunehmen, dass das *Reticulum* der Lymphsinus hohl ist und Lymphe aufzunehmen vermag. — Aus den umfassenden Untersuchungen *Frey's* an vielen Geschöpfen

geht übrigens wohl sicher hervor, dass die Zellen des fraglichen *Reticulum* in Grösse und Gestalt sehr wechseln, und unter Umständen auch als grössere Gebilde mit mehrfachen Kernen und vielleicht selbst Tochterzellen im Innern vorkommen. — Den Inhalt der Lymphsinus in den Maschen ihres *Reticulum* betont *Frey* mehr als *His*, und ich kann ebenfalls sagen, dass ich denselben stets sehr zellenreich gefunden, so dass an nicht ausgepinselten feinen Schnitten die Lymphsinus häufig gar nicht von der Drüsensubstanz sich unterschieden, andere Male nur als etwas weniger helle Säume erschienen. Richtig ist dagegen, dass diese Zellen äusserst leicht sich auswaschen lassen. —

Das *Reticulum* der Lymphdrüsen ist unzweifelhaft ein Netz von Bindegewebskörperchen, doch sind, wie schon *Billroth* mit Recht angibt, die Kerne der Zellen in der Regel in der Drüsensubstanz geschwunden und nur in den Lymphsinus erhalten. Ich habe jedoch auch bei erwachsenen Geschöpfen in ersterer in vielen Fällen da und dort die Kerne ganz deutlich gesehen und bei jungen Thieren sind sie auch hier zahlreich. Eine faserige Zwischensubstanz (Bindegewebe) kommt in gesunden Drüsen ausgewachsener, aber jüngerer Geschöpfe im Bereiche des *Reticulum* nicht oder gewiss nur an ganz beschränkten Stellen vor, dagegen ist eine solche in entarteten Drüsen oder bei älteren Geschöpfen oft in Menge vorhanden und muss als Neubildung aufgefasst werden. In solchen Fällen sieht man recht deutlich, dass dieselbe stets in erster Linie als Beleg um die Zellen auftritt, wie diess auch *His* und *Frey* angeben, und erhält man oft Bilder, welche für eine unmittelbare Umbildung der Zellen des *Reticulum* in Bindegewebsbündel zu sprechen scheinen, die jedoch sicher nicht in diesem Sinne zu deuten sind. — Nach meinen Erfahrungen tritt diese Bindegewebsumbildung vor Allem leicht um die Zellen des *Reticulum* der Lymphsinus auf, fehlt jedoch auch in der eigentlichen Drüsensubstanz nicht. — Die andern Entartungen der Lymphdrüsen zu besprechen, ist hier nicht der Ort, und verweise ich in dieser Beziehung besonders auf die Arbeit von *Frey*.

Ueber die Beziehungen der *Vasa efferentia* zur Marksubstanz verdanken wir die ersten genauen Angaben *Frey*. Diesem Forscher gelang es, in einer gewissen Zahl von Fällen beim Menschen, dem Hunde, der Katze und dem Kaninchen von den *Vasa efferentia* aus die Lymphdrüsen einzuspritzen, und an solchen Organen ergab sich dann ein ähnliches Verhalten der feinsten Verästelungen der ausführenden Gefässe zu den Lymphsinus, wie ich dasselbe ebenfalls wahrgenommen und oben beschrieben habe. *Frey* vermisste an allen feineren Verästelungen der *Vasa efferentia* eine besondere Wand, während ich beim Ochsen bestimmt noch an ganz feinen Aesten eine bindegewebige Wand gesehen und auch beim Menschen, wenigstens in den Inguinaldrüsen, dasselbe wahrgenommen habe. Es scheinen somit in dieser Beziehung bei verschiedenen Thieren Unterschiede vorzukommen. Die Netzbildungen der *Vasa efferentia*, die ich beim Menschen und Ochsen in so ausgezeichneter Weise antraf, erwähnt *Frey* ebenfalls nicht, wohl aber hat *Teichmann* dieselben gesehen, dessen Untersuchungen im Allgemeinen mit denen von *Frey* und *His* übereinstimmen. Eigenthümlich ist die Angabe dieses Forschers, dass einzelne, namentlich die kleinen Lymphdrüsen, nichts als Knäuel oder Wundernetze von Lymphgefässen seien, mit andern Worten, dass die *Vasa afferentia* und *efferentia* unmittelbar durch reichliche Lymphgefässnetze zusammenhängen. Ich kann für einmal diese Angabe nicht bestätigen, doch habe ich allerdings beim Menschen äussere Lymphdrüsen gesehen, in denen das Drüsengewebe aus einer einzigen Reihe von oberflächlichen Alveolen bestand und die Marksubstanz ganz fehlte. In diesem Falle entsprangen die *Vasa efferentia* unmittelbar aus Lymphsinus an der tiefen Seite der Rindenknoten, und wurde das ganze Innere der Drüse von einem Geflechte feinerer und gröberer Lymphgefässe eingenommen. Diesem zufolge halte ich es nicht für unmöglich, dass es Drüsen gibt, in denen auch jene dünne Rindenschicht fehlt, und will ich, da *Teichmann* solche Drüsenformen mit der Entwickelung der Lymphdrüsen in Zusammenhang bringt, daran erinnern, dass *Engel* schon vor längerer Zeit angegeben hat, dass die Lymphdrüsen ursprünglich nichts als Lymphgefässplexus seien, eine Angabe, die leider immer noch der Bestätigung harrt.

Es erübrigt nun noch, in Kürze der physiologischen Bedeutung der Lymphdrüsen zu gedenken. Wie wir oben sahen, geht die gewöhnliche Bahn der Lymphe vom *Vas afferens* aus durch die Lymphsinus der Rinde und des Markes zum *Vas efferens*. Auf diesem

Wege nimmt die Lymphe unzweifelhaft immer einen Theil der Zellen mit, welche die Lymphsinus in so reichlicher Menge erfüllen, und ist die weitere Frage die, woher diese Zellen stammen. Dass sie nicht oder nur zum geringsten Theile aus den *Vasa afferentia* stammen, lehrt die Untersuchung solcher zuführenden Gefässe, welche noch durch keine Drüsen gegangen sind, die, wie ich bei der Leber, den Hoden und gewissen Gefässen des *Mesenterium* gezeigt habe, arm an Zellen sind, oder solche ganz entbehren, es bleiben daher nur zwei Möglichkeiten. Entweder stammen diese Zellen aus der Drüsensubstanz der Lymphdrüsen, oder sie bilden sich in den Lymphsinus selbst, in welch letzterem Falle man die Elemente dieser als in immerwährender Vermehrung begriffen denken müsste. Wie die Untersuchungen jetzt liegen, berechtigen sie noch nicht zu einer Entscheidung nach dieser oder jener Seite, doch scheint die Wahrheit in der Mitte zu liegen. Eine Vermehrung der Zellen der Lymphsinus ist aus dem Grunde sehr wahrscheinlich, weil, wie ich schon vor langer Zeit gezeigt habe, die Lymphkörperchen der *Vasa efferentia* viele Theilungszustände zeigen, doch wird sich dieselbe der Natur der Sache nach an den Zellen der Lymphsinus selbst nur schwer nachweisen lassen. Sollte diess aber auch möglich sein, worüber ich vorläufig nichts aussagen kann, so würde diess immer noch nicht beweisen, dass solche Zellen von Hause aus den Lymphsinus angehören und nicht aus der Drüsensubstanz übergetreten sind, und wende ich mich daher gleich zur andern Frage, ob ein solcher Uebertritt gedenkbar sei. Erwägen wir 1) dass, wie oben angeführt, in Fällen reichlicher Chylusbildung die Fettmoleküle des Chylus in grosser Menge auch in die Drüsensubstanz eintreten, 2) dass nach den leicht zu bestätigenden Erfahrungen von *Frey* und *His* bei Einspritzungen von den *Vasa afferentia* aus unter stärkerem Druck auch die Drüsensubstanz die gefärbte Masse aufnimmt, und 3) dass die Begrenzungsschicht der Drüsensubstanz nur von etwas dichteren Netzen des *Reticulum* gebildet wird, so wird es wohl erlaubt sein anzunehmen, dass auch die Zellen der Drüsensubstanz in die Lymphsinus überzutreten im Stande sind. Diess wird um so eher geschehen, da, wie *His* mit Recht betont, im Leben der Saft in der Drüsensubstanz sicherlich unter einem höheren Drucke steht, als die Flüssigkeit in den Lymphsinus. Eine Quelle und vielleicht die wichtigste der Zellen der Lymphsinus wäre somit wohl unzweifelhaft in der Drüsensubstanz (Rindenknoten und Marksträngen) zu suchen, und erschiene diese somit als eine wirklich drüsige Substanz, denn wir werden nicht irren, wenn wir annehmen, dass unter Mitbetheiligung der reichlichen Blutgefässe dieser Substanz ihre Zellen in einem immerwährenden Vermehrungsvorgange durch Theilung begriffen sind, der hier auch leicht sich nachweisen lässt. — Diesem zufolge setze ich die Rindenknoten und Markstränge in eine nahe Beziehung zu den sie umspülenden Lymphsinus, dagegen sehe ich keinen Grund, die Markstränge als ein Verbindungssystem der Rindenknoten aufzufassen wie *Frey*. Ich läugne zwar nicht, dass durch das Netz der Markstränge alle Rindenknoten zusammenhängen, da jedoch meiner Meinung nach der Chylus, wenn auch in seltenen Fällen Elemente desselben in die Drüsensubstanz eintreten, doch nie regelmässig durch dieselbe abfliesst, so sehe ich auch keinen Grund, dem Zusammenhange der Drüsensubstanz von Rinde und Mark eine grössere Bedeutung beizulegen, ganz abgesehen davon, dass die Markstränge bestimmter Gegenden der Oberfläche immer in ihrer grossen Mehrzahl besonderen Gegenden des *Hilus* zustreben, mit andern Worten, im Ganzen strahlenförmig angeordnet sind. — In Betreff der Muskeln der Balken verweise ich auf die kurze, aber gute Auseinandersetzung von *His*.

4. Vom Blute und der Lymphe.

§. 218.

Alle Theile des Gefässsystems enthalten in ihren Höhlungen einen besondern Saft, der aus einer Flüssigkeit und vielen geformten Theilchen besteht, und nach seiner Farbe, seinem Vorkommen in diesen oder jenen Abschnitten des Gefässsystems und seinen sonstigen Eigenschaften in weisses und rothes Blut, Lymphe oder Chylus einerseits, Blut im engern Sinne

andrerseits unterschieden wird. Die Histiologie hat nur die Beschreibung der in diesen Flüssigkeiten befindlichen Formelemente, unter denen die Blut- und Lymphkörperchen bei weitem die wichtigsten sind, zur Aufgabe und überlässt die Schilderung der anderweitigen Verhältnisse derselben der Physiologie.

§. 219.

Die Lymphe und der Chylus bestehen, wie das Blut, aus einem *Plasma*, dass ausserhalb der Gefässe gerinnt, und aus geformten Elementen und zwar Elementarkörnchen, Kernen, farblosen Zellen und rothen Blutkörperchen, welche jedoch nicht in allen Theilen dieses Gefässsystems und nicht überall in gleicher Menge zu finden sind. Die Elementarkörnchen sind unmessbar feine Körnchen, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, aus Fett und einer Hülle eines Eiweisskörpers bestehen und im milchweissen Chylus, dessen Farbe sie allein bedingen, in ungeheurer Zahl enthalten sind, während sie in der mehr farblosen Lymphe entweder ganz fehlen, oder nur spärlich und vereinzelt auftreten. Freie Kerne von 0,001–0,002‴ Grösse und mehr gleichartigem Ansehen, die durch Wasserzusatz oft bläschenartig und körnig erscheinen, und nur in den Anfängen der Chylusgefässe, im *Mesenterium* und in den *Vasa efferentia* der Mesenterialdrüsen und zwar spärlich, nie im *Ductus thoracicus* gefunden werden, stammen meinen neuern Erfahrungen zufolge, aus geborstenen Zellen und finden sich nie bei Vermeidung von schädlichen Stoffen, wie Wasser, Essigsäure u. a. m. Dagegen finden sich die farblosen Zellen, die im Chylus und in der Lymphe vollkommen mit einander übereinstimmen, oder die Chylus- oder Lymphkörperchen, fast überall im Lymphgefässsysteme in bedeutender Menge. Es sind dieselben runde blasse Zellen von der Grösse von 0,0025–0,0055‴, die, in ihrer Flüssigkeit untersucht, gleichartig oder feinkörnig aussehen und einen meist nur undeutlich durchscheinenden, gleichartigen, leicht glänzenden runden Kern enthalten, bei Wasserzusatz dagegen im Kerne und sonstigen Inhalte durch körnige Niederschläge sich trüben, und durch Essigsäure ganz durchsichtig und blass werden, und die stark körnigen verkleinerten Kerne ungemein deutlich zeigen, auch wohl bersten und ihren Inhalt entleeren, was namentlich bei den kleinern Zellen auch durch Wasser unter vorherigem Austreten von hellen Eiweisströpfchen häufig geschieht. Sonst rufen verdünnte Lösungen, da die Lymphzellen schon kugelrund sind, keine sehr merklichen Formveränderungen hervor, wogegen durch Verdunsten der Flüssigkeit und gesättigte Flüssigkeiten eine bedeutende Verkleinerung und häufig auch ein Zackigwerden derselben verursacht wird. Auf besondere Bewegungserscheinungen dieser Zellen, in Folge

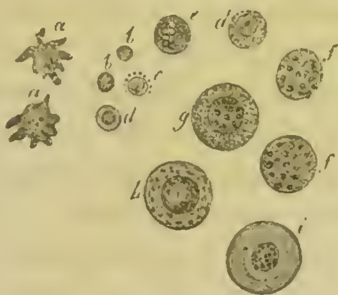


Fig. 345.

Fig. 345. Elemente des Chylus. *a*. Durch theilweise Zusammenziehungen sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b*. freie Kerne, *c*. ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d. e*. kleine Lymphzellen, die einen mit deutlichem Kerne, *f. g*. grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kerne, *h*. eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i*. von Essigsäure.

welcher sie verschiedene zackige Formen bis zur sternförmigen annehmen, hat *Wharton Jones* zuerst aufmerksam gemacht und werden dieselben jetzt ziemlich allgemein, als den lebenden Zellen angehörig, aufgefasst (siehe §. 17).

Grösse, Menge und Form der Lymphkörperchen verhalten sich nach den Orten etwas verschieden. In den Anfängen der Chylusgefässe, die zu solchen Untersuchungen vor Allem sich eignen, im *Mesenterium* vor den Lymphdrüsen enthält der Chylus nur wenige, in den kleinsten noch zu erforschenden Mesenterialgefässen häufig selbst gar keine Chyluskörperchen. Wo dieselben da sind, was in den grössern Stämmchen immer der Fall ist, erscheinen sie meist klein, von 0,002 — 0,003‴, die kleinen Kerne oft eng umgebend. Nachdem der Chylus durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, sind die Zellen zahlreicher und grösser, so dass in den Chylusgefässen an der Wurzel des Gekröses (ebenso in den grössern Lymphstämmen) neben den noch vorhandenen kleinern Zellen auch viele grössere, bis zu 0,0055‴ sich finden. Zugleich tritt hier auch, wenigstens bei Hunden, Katzen und Kaninchen, eine Vermehrung der Lymphkörperchen durch Theilung mehr oder weniger stark hervor, in der Art, dass die grössern Zellen sich verlängern, bis zu 0,006 und 0,008‴ heranwachsen und, wenn ihr Kern sich getheilt hat, durch eine ringförmige mittlere Einschnürung in zwei zerfallen. Im *Ductus thoracicus* fehlt dieser Vorgang meist ganz, und sind daher die grössern Zellenformen von 0,004 — 0,0055‴ hier spärlich. Immerhin findet man, wenigstens bei Thieren, die Zellen in demselben in ihrer grossen Mehrzahl etwas grösser als die Blutzellen, nämlich von 0,0025 — 0,0035‴, wogegen dieselben beim Menschen, wie wenigstens *Virchow* und ich bei einem Hingerichteten beobachteten, ohne Ausnahme kleiner waren (von 0,002‴ im Mittel). Die ohne Essigsäurezusatz nicht wahrzunehmenden Kerne dieser Lymphkörperchen waren meist einfach und rund, hie und da auch eingekerbt, hufeisen- oder achterförmig, sehr selten wirklich mehrfach. Bei Säugethieren sind Zellen mit durch Essigsäure zerfallenden oder von Hause aus eingeschnürten und mehrfachen (3—5fachen) Kernen, abgesehen von den in Theilung begriffenen, sehr selten, doch findet man dieselben hie und da selbst in grösserer Menge.

Rothe Blutkörperchen habe ich im menschlichen Chylus bei sorgfältiger Gewinnung desselben unter regelrechten Verhältnissen noch nicht gesehen, dagegen finden sich solche bei Thieren fast immer im *Ductus thoracicus* in geringer Menge, ebenso manchmal in der Lymphe gewisser Organe, wie der Milz. Da dieselben nicht die geringsten Spuren einer Entwickelung innerhalb der Lymphgefässe zeigen, so halte ich sie für aus den Blutgefässen übergetretene Elemente, und zwar bin ich, so lange nicht unmittelbare Verbindungen der beiderlei Gefässsysteme in den peripherischen Theilen nachgewiesen sind, der Ansicht, dass dieser Uebertritt in Folge von Zerreissungen feinerer Gefässe mehr zufällig sich macht, welche bei dem eigenthümlichen Baue gewisser Organe, wie der Milz und der Lymphdrüsen, sehr leicht sich begreifen, und, wie ich bei Froschlarven zeigte, auch unmittelbar sich beobachten lassen. — Noch bemerke ich, dass ich nicht selten im Chylus der grössern Gefässe braune runde Körnchenzellen von 0,004 — 0,005‴ fand, die mit den aus dem Blute zu erwähnenden vollkommen übereinstim-

men und aus den Lymphdrüsen stammen, in denen ich sie in neuester Zeit beim Ochsen und zwar auch in den Lymphsinus wahrgenommen habe.

Den hier und in dem §. 217 angegebenen Thatsachen zufolge kann es nicht zweifelhaft erscheinen, dass die Lymphkörperchen vorzüglich aus den Lymphdrüsen stammen, in welchen sie durch eine fortgesetzte Vermehrung der in den Lymphsinus derselben befindlichen Zellen immer neu sich erzeugen, nach Maassgabe dessen, was durch die *Vasa efferentia* abgeführt wird. Für die Zellen in den Anfängen der Gefässe kann man mit *Brücke* annehmen, dass dieselben, wenigstens am Darme, aus den lymphdrüsenartigen Darmfollikeln (solitäre Follikel und *Peyer*'sche Drüsen) stammen, für welche Auffassung der Umstand spricht, dass, wie ich gefunden, die von den *Peyer*-schen Organen kommenden Chylusgefässe reicher an Zellen sind. Lymphgefässe, die mit Lymphdrüsen nicht zusammenhängen, enthalten nach meinen Erfahrungen entweder gar keine Zellen (Lymphgefässe der Leber des Hundes, der Schwänze der Froschlarven) oder nur wenige solche (Lymphgefässe des Samenstranges der Ochsen, der Milzoberfläche), doch gibt *Teichmann* an, in den Lymphgefässen der Glieder zweier Hingerichteten vor dem Durchtritte durch Drüsen ansehnliche Mengen von Lymphkörperchen gefunden zu haben. Für diese Fälle kann man, wenn man keine freie Zellenbildung annehmen will, was, wie wir in dem allgemeinen Theile sahen, nicht mehr angeht, die Epithelzellen der kleineren Gefässe als die Elemente ansehen, die durch gesetzmässige Vermehrung oder zufällige Ablösung zum Auftreten geformter Theile in der Flüssigkeit Veranlassung geben. Zu dieser Bildung der Lymphkörperchen kommt dann noch die nicht immer vorhandene Vermehrung der Zellen durch Theilung jenseits der Lymphdrüsen. Die Gesammtmenge der Lymphkörperchen, verglichen mit derjenigen der Blutkörperchen, ist nicht nur in den mittlern und kleinern Stämmen besonders der Lymphgefässe sehr unbedeutend, sondern lässt sich selbst beim *Ductus thoracicus* auch nicht von fern mit derselben in eine Linie stellen, und kann man auch hier ohne Verdünnung des Saftes alle seine Elemente mit grosser Leichtigkeit übersehen. Genauere Zählungen sind jedoch noch nicht gemacht, und lässt sich nur noch angeben, dass auch hier bedeutende Wechsel sich finden, und dass ein milchweisser Chylus durchaus nicht immer auch reich an Körperchen ist.

§. 220.

Vom Blute. Das Blut ist, so lange es in den Adern kreist, eine leicht klebrige Flüssigkeit, an der nur zwei Elemente, die in ihrer Mehrzahl röthlich gefärbten, zum Theil auch farblosen Blutkörperchen, Blutkügelchen, Blutzellen, *Corpuscula s. Globuli s. Cellulae sanguinis* und die ungefärbte Blutflüssigkeit, *Liquor s. Plasma sanguinis*, unterschieden werden, die jedoch, ausserhalb der Blutgefässe, durch Festwerden des im *Plasma* enthaltenen Faserstoff-erzeugenden Stoffes in der Regel vollständig gerinnt und nachher durch Zusammenziehung des geronnenen Bestandtheils in den Blutkuchen, *Placenta*, und das Blutwasser, *Serum sanguinis*, sich scheidet. Jener ist lebhaft roth, und enthält neben dem Fibrin fast alle gefärbten und die Mehrzahl der farblosen Blutkügelchen und einen Theil der gelöst blei-

benden Theile des *Plasma*, während der andere Theil von diesem sammt einigen farblosen Blutkörperchen das Serum bildet. In gewissen Fällen, beim Menschen besonders in Krankheiten, senken sich vor der Gerinnung des Blutes die gefärbten Kügelchen mehr oder weniger unter die Oberfläche der Flüssigkeit und dann hat der Kuchen eine oberflächliche farblose oder weissliche Schicht (Entzündungshaut, *Crusta phlogistica*), die nur aus geronnenem Fibrin und farblosen Blutzellen sammt der sie tränkenden Flüssigkeit besteht.

Die gefärbten oder rothen Blutzellen, auch Blutzellen schlechthin, die einzigen Träger des rothen Farbstoffes des Blutes, sind kleine kernlose Zellen von der Form abgeplatteter Linsen, die in so ungeheurer Menge im Blute enthalten sind, dass dieselben ohne Verdünnung desselben mit Serum sich nicht leicht genauer untersuchen lassen und so zu sagen für sich allein das Blut zu bilden scheinen. Nach *Vierordt*, dem Ersten, der den Versuch unternahm, die Menge der Blutzellen unmittelbar durch Zählung zu bestimmen, enthält das Blut in 1 Cub. Mm. 5,055,000 Blutzellen; *Welcker*, der das Verfahren von *Vierordt* etwas abändert, bezeichnet als Mittel 5,000,000 bei Männern, 4,500,000 bei Frauen. Bei letzteren soll die Zahl der Zellen während der Schwangerschaft und nach dem Ausbleiben der Menses noch geringer sein.

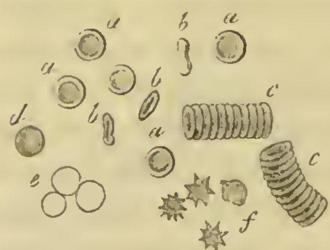


Fig. 346.

Die rothen Blutzellen in ihren Einzelheiten genauer verfolgt, ergeben Folgendes: Ihre Form ist meist die einer beiderseitig vertieften oder ebenen kreisrunden Scheibe mit abgerundeten Rändern, und daher erscheinen sie dem Beobachter verschieden, je nachdem sie ihre Flächen oder Seiten demselben zuwenden. Im ersten Falle sind sie blassgelbe, kreisrunde Körperchen, an denen die fast immer vorhandene leichte mittlere Vertiefung je nach der Einstellung des Mikroskopes bald als ein heller mittlerer Fleck, bald wie ein dunkler mittlerer Körper sich ausnimmt und zur Verwechslung mit einem Kerne Veranlassung geben kann, von der Seite gesehen zeigen sie sich dagegen als dunklere stabförmige Gebilde von der Gestalt einer langgezogenen schmalen Ellipse oder eines Achters. Der Zusammensetzung nach besteht jedes Blutkügelchen aus einer sehr zarten, aber doch ziemlich festen und zugleich elastischen ungefärbten Hülle aus einem dem Faserstoffe nahe verwandten Eiweisskörper und einem gefärbten, bei der einzelnen Blutzelle gelben, zähen, vorzüglich aus einem Eiweisskörper und Hämatin gebildeten Inhalte, der beim Erwachsenen keine Spur von geformten Theilchen, von Körnern oder einem Zellenkerne enthält, und sind dieselben mithin Bläschen, wesshalb auch der Name Blutzellen vorzuziehen ist. Die Elasticität, Weichheit und Nachgiebigkeit ihrer Hülle ist so bedeutend, dass dieselben das Vermögen erhalten, auch Gefässen, die enger sind als ihr Durchmesser, sich anzupassen, und, wenn sie durch Druck unter dem Mikroskope verlängert und abgeplattet oder sonst in ihrer Gestalt verändert sind, wieder ihre frühere Form anzunehmen. Zu dem erstern sind die Blutzellen um so eher

Fig. 346. Blutzellen des Menschen. *a*. Von der Fläche, *b*. von der Seite, *c*. geldrollenartig vereint, *d*. durch Wasser kugelrund gewordene, *e*. durch solches entfärbte *f*. durch Verdunsten geschrumpfte Blutzellen.

befähigt, als ihre Oberfläche vollkommen glatt und schlüpfrig ist, so dass sie leicht an den ebenso beschaffenen Wänden auch der engsten Capillaren dahin gleiten.

Die Grösse der Blutzellen ist bei verschiedenen Menschen Veränderungen unterworfen, die in Berücksichtigung der Kleinheit der Körperchen, um die es sich handelt, nicht ganz unerheblich sind. Als allgemeine mittlere Grösse geben die genauesten Untersucher *Harting (Recherches micrometr.)* nach Messungen frischer Blutkörperchen 0,0033''' ($^1/_{300}$''') Breite und 0,00062''' Dicke, und *Schmidt* in Folge der Bestimmung getrockneter Blutzellen 0,0035''' Breite an, während nach dem erstern die mittlere Breite bei verschiedenen Individuen 0,0028—0,0036''', nach *Schmidt* 0,0032—0,0035''' beträgt, mit welchen Zahlen auch die der andern bessern Beobachter im Wesentlichen stimmen. Die von *Harting* bei einzelnen Menschen gefundenen Unterschiede zwischen den äussersten Grössen betragen für die Breite 0,0010—0,0017''', für die Dicke 0,00009—0,0005''', und die gefundenen äussersten Zahlen überhaupt 0,0020—0,0040''' und 0,0005—0,0009''', und *Schmidt* gibt an, dass in 100 Theilen Blut 95—98 Blutkörperchen von gleicher Grösse sind. — Ueber die Grösse der Blutzellen bei einem und demselben Menschen lässt sich wohl im Allgemeinen angeben, dass dieselbe nothwendig in verschiedenen Zeiten verschieden sein, und namentlich mit der wechselnden Dichtigkeit des Blutplasma steigen und fallen muss, doch fehlen hierüber fast alle und jede genaueren Untersuchungen. Nur *Harting* gibt an, dass die Blutkörperchen eines Mannes in einem Zwischenraume von drei Jahren gemessen, dieselbe mittlere Grösse darboten, während sie bei demselben nach einer reichlichen Mahlzeit ein etwas kleineres (um 0,00013''') Mittel und bedeutendere äusserste Zahlen ergaben. — Ueber die Zahl der Blutkügelchen ist noch zu bemerken, dass aus den bisherigen Mittheilungen über den Gehalt der Blutzellen an festen Bestandtheilen, so viel im Allgemeinen erschlossen werden kann, dass dieselben nach wiederholten Aderlässen, nach längerer Nahrungsentziehung sich an Zahl verringern, ebenso in gewissen Krankheiten, wie bei der Chlorose und Anämie, viel spärlicher gefunden werden als sonst. Hiermit sind jedoch sicherlich die möglichen Schwankungen noch keineswegs erschöpft, und ist wohl kaum zu bezweifeln, dass bei jedem Menschen, je nach dem Zustande der Einnahmen und Ausgaben, die Menge der Blutzellen vielen, selbst täglichen Schwankungen unterliegt, deren genaue Ermittelung noch zu erwarten ist. — Verglichen mit den übrigen Blutbestandtheilen sind die Blutzellen schwerer als das Serum und das Plasma. In ersterem und in Blut, dessen Faserstoff entfernt ist, bilden sie beim Stehen einen rothen Bodensatz, während sie im letztern wegen der raschen Gerinnung desselben in der Regel nicht dazu kommen, unter die Oberfläche der Flüssigkeit zu treten. Dieses Sichsenken der Blutzellen, das je nach ihrer eignen Dichtigkeit und derjenigen der Flüssigkeit, in der sie enthalten sind, langsamer oder rascher eintritt, kann auch befördert werden durch das Aneinanderkleben derselben, das besonders in entzündlichem Blute zu beobachten ist, in dem wegen des raschen Niederfallens der Blutzellen ein Theil des Blutes farblos gerinnt, jedoch auch in ganz gesundem Blute vorkommt und zwar ganz regelrecht in Tröpfchen, die man durch kleine Verletzungen der Haut erhält, häufig auch im Blute von Ader-

lässen. Die Blutzellen legen sich in solchen Fällen mit ihren platten Flächen an einander und bilden wie Säulchen oder Geldrollen, an deren Seiten dann wieder andere solche sich anlegen können, so dass oft ganz verwickelte ästige Figuren und selbst Netze entstehen, welche das ganze Gesichtsfeld überziehen (Fig. 346 *c*).

Ausser den farbigen Elementen finden sich im Blute noch eine gewisse Zahl farbloser, und zwar zweierlei Art: Elementarkörnchen fettiger Natur und wirkliche Zellen. Die erstern, die mit denen des Chylus vollkommen übereinstimmen (siehe §. 219), finden sich in sehr wechselnder Zahl, bald sehr spärlich oder gar nicht, bald in grösserer, selbst ungeheurer Menge, so dass sie dem Serum eine weissliche, selbst milchweisse Farbe ertheilen. Nach Allem, was wir wissen, müssen sich dieselben jedesmal, wenn durch den Chylus Fett ins Blut übergeführt wird, finden, also auch bei ganz gewöhnlicher Nahrung 3—6 Stunden und länger nach der Aufnahme derselben, scheinen jedoch in vielen Fällen während des Durchgehens des Blutes durch die Lungen zu schwinden, indem wenigstens *Nasse* (cf. *Nasse*, *Wagner's* Handw. I. S. 126) u. A. bei gesunden Leuten im Körperblute dieselben stets vermissten, was ich selbst für mein Blut bestätigen kann. Dagegen scheint bei Pflanzenfressern, bei Vögeln (Gänsen) und bei säugenden Thieren das Vorkommen dieser Moleküle regelrecht und bei Schwangern und nach reichlichem Milch- oder Branntweingenusse, ebenso bei Hungernden (in Folge des aufgesaugten Körperfettes) wenigstens sehr häufig zu sein. — Die farblosen Zellen oder farblosen Blutkörperchen stammen aus dem Chylus und können daher auch Chylus- oder Lymphkörperchen des Blutes heissen. Dieselben sind zum Theil einkernig und stimmen mit den kleinen zelligen Elementen des Chylus vollkommen überein (siehe den vorigen §.), zum Theil mehrkernig und von 0,005‴ mittlerer Grösse, in welchem Falle sie den Eiterkörperchen meist so sehr gleichen, dass es ganz unmöglich ist, die beiderlei Gebilde von einander zu unterscheiden. Die grösseren Körperchen sind selten so körnig, wie die kleineren, meist ziemlich gleichartig, oft mit hellem Inhalte, so dass ihre zwei oder drei rundlichen kleinen Kerne ohne Weiteres durchscheinen. Ist diess nicht der Fall, so bringt auf jeden Fall Essigsäure oder Wasser unter Aufhellung des Inhalts, der auch hie und da aus den berstenden Zellen in Tröpfchen austritt, die Kerne deutlich zum Vorschein, wobei dieselben wenigstens durch das erstere Mittel nicht selten noch weiter zerfallen, und in unregelmässig eingekerbte und eingeschnürte Körperchen übergehen, oder selbst in eine grössere Zahl, 4, 5, 6 und mehr kleine Körner sich auflösen und zugleich gelblich sich färben, während die Zellenhüllen allmählich vergehen. Die sonstigen Reactionen dieser farblosen Blutkörperchen sind die gewöhnlichen einfacher zarter Zellen, und was ihre Menge anlangt, so ist dieselbe, den bisherigen Untersuchungen zufolge, ziemlich



Fig. 347.

Fig. 347. Farblose Blutkörperchen oder Lymphkörperchen des Blutes. *a. b.* Kleinere Zellen, wie sie auch im *Ductus thoracicus* sich finden, von der Fläche (*a*) und von der Seite (*b*), *cc.* dieselben mit sichtbarem Kerne, *dd.* grössere Zellen mit von Haus aus mehrfachen Kernen, *eee.* dieselben nach Essigsäureeinwirkung mit zerfallendem oder zerfallenem Kerne.

schwankend. *Moleschott* fand das Verhältniss der farblosen zu den farbigen Zellen im Mittel wie 1:335 (2,8:1000), *Marfels* wie 1:309, *Hirt* im nüchternen Zustande 1:1761, nach der Aufnahme von Nahrung 1:695 - 1:429, *de Pury* 1:290 — 1:500. Unter dem Mittel findet *Moleschott* die Zahl bei Nüchternen, nicht menstruirten Mädchen und Greisen. Dem Mittel entspricht das Blut junger Männer bei eiweissarmer Kost. Ueber demselben steht es bei Männern und Jünglingen nach eiweissreicher Kost (bis zu 3,5 auf 1000), bei Schwangern (3,6), Menstruirten (4,0) und Knaben (4,5). Bei hungernden Thieren, wie auch *Heumann* bei Tauben sah, nehmen dieselben ab und verschwinden nach langem Hungern, wenigstens bei Fröschen, ganz, dagegen fand *de Pury* nach einer dreiwöchentlichen Hungerkur ihre Verhältnisszahl vermehrt. Sehr bemerkenswerth ist ihre Vermehrung nach Aderlässen, die bei Pferden, freilich nach sehr grossen Blutentziehungen (bis zu 50 Pfund), so weit gehen kann, dass die farbigen und farblosen Körperchen gleich zahlreich erscheinen. — Die farblosen Blutzellen sind leichter als die farbigen, und finden sich daher auch zahlreicher in den obern Schichten von stehendem geschlagenem Blute oder des Blutkuchens. Auch die durch Schlagen erhaltenen Fibringerinnsel enthalten viele farblose Zellen, und zeigen dieselben in solchen und vor Allem in den durch Pressen des Blutkuchens erhaltenen weisslichen Faserstoffmassen die sonderbarsten künstlich entstandenen verzerrten Formen, so dass sie oft täuschend Bindegewebskörperchen ähnlich sehen. Besitzt geronnenes Blut eine Speckhaut, so enthält dieselbe immer eine grosse Menge solcher Körperchen, vor Allem dann, wenn ihre Zahl im Blute durch vorangegangene Aderlässe vermehrt wurde, so dass sie in solchen Fällen selbst die Hälfte der Speckhaut ausmachen können *(Remak, Donders)*. — Ihr geringes Senkungsvermögen wird noch dadurch vermehrt, dass dieselben, obschon mit unebener Oberfläche versehen und zum Aneinanderkleben geneigt, in der Regel doch keine grössern Haufen und nie Geldrollen bilden. In der Leukämie sind die farblosen Blutzellen ungemein vermehrt, selbst so sehr, dass auf Eine solche nur 7 — 24 farbige kommen *(de Pury)*. In der *Intermittens* sind trotz der Vergrösserung der Milz die farblosen Zellen vermindert *(Hirt)*. Durch tonisirende Arzneimittel *(Tinct. myrrhae, Tinct. amara,* Eisen, China) wird nach *Hirt* die Zahl der farblosen Zellen schon in ½ Stunde bedeutend vermehrt.

Verhalten der Blutkörperchen in verschiedenen Blutarten. So sehr empfindlich auch die Blutzellen ausserhalb des Körpers gegen verschiedene Lösungen sind, so scheinen sie doch innerhalb desselben, wenigstens was ihre Form betrifft, stets sich gleich zu verhalten, so dass nicht nur innerhalb der Grenzen des physiologischen Zustandes keine nennenswerthen und gleichbleibenden Unterschiede derselben im Arterien- und Venenblute und in den Blutarten der verschiedenen Organe aufzufinden sind, sondern auch in den verschiedenen Krankheiten keine sichtbaren Abweichungen sich ergeben. Und doch ist nicht zu bezweifeln, dass wie die Farbe und chemische Zusammensetzung der Blutzellen, so auch ihre Formen gewissen Schwankungen und Aenderungen unterworfen sind, je nachdem das Blut dichter oder verdünnter, an diesen oder jenen Salzen und andern Stoffen reicher oder ärmer ist, allein diese Formenwechsel sind so geringfügig, dass es nicht zum Verwundern ist, dass man dieselben noch nicht mit Sicherheit zu erkennen

im Stande war. Ich wenigstens muss, wie *Henle*, des Bestimmtesten mich dahin aussprechen, dass alle jene ausgezeichneten Formen, die zackigen Blutkörperchen einerseits und die verkleinerten kugelrunden, gefärbten oder erblassten, im kreisenden Blute niemals sich finden. Uebrigens wird es vielleicht noch gelingen, auch geringere Grade der Abplattung und des Aufgequollenseins zu erkennen, nur muss man bei solchen Untersuchungen nie vergessen, wie schnell die Blutkörperchen ihre Formen ändern und nicht einen erst ausserhalb des Körpers entstandenen Zustand für einen natürlichen halten. — Mehr als die Formen scheinen die Mengenverhältnisse der Blutzellen zu wechseln. Was die gefärbten anlangt, so sind dieselben im Venenblute etwas zahlreicher, als in den Arterien. Unter dem Venenblute steht dasjenige der Lebervenen oben an, das nach *Lehmann* viel mehr Blutzellen enthält, als das Pfortaderblut, und auch das an solchen etwas reichere Blut der Jugularvenen übertrifft. Die farblosen Blutzellen sind, wie ich und *Funke* gefunden haben, im Milzvenenblute in sehr grosser Menge vorhanden, und zwar bald mehr als einkernige Zellen, bald als mehrkernige (nach *Hirt* kommt in der *Art. lienalis* ein farbloses Körperchen auf 2200 rothe, in der *Vena* eins auf 60), ebenso nach *Lehmann* im Lebervenenblute, in welchem dieselben durch ihre verschiedene Grösse sich auszeichnen, was ich in vielen Fällen, doch lange nicht immer ebenso gesehen habe, jedoch nicht für eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit des Lebervenenblutes halten kann, indem ich auch im Pfortaderblute, wie *Lehmann* in einem Falle, dann im Lungenvenenblute dieselbe Menge von farblosen Zellen bei ganz gesunden Thieren fand. Das von *Hirt* für die *Vena portarum* angegebene Verhältniss der Zellen von 1:740, während die *Vena hepatica* 1:170 zeigte, beweist vorläufig nichts, da die angegebenen Zahlen Mittel aus nur je drei Beobachtungen mit sehr abweichenden Ergebnissen sind. Auch sonst sind im Venenblute die farblosen Zellen häufiger, als im Arterienblute (*Remak*). In der *Cava superior* und *Vena iliaca* des Hundes sah *Zimmermann* dieselben einkernig, in der *Cava inferior* mehrkernig. — Ueber die eigenthümlichen vielkernigen grossen und die achterförmigen zweikernigen farblosen Zellen des Leber- und Milzblutes von jungen Thieren siehe oben §. 171 und Fig. 8.

In neuester Zeit ist das Vorhandensein einer Zellenhülle an den Blutzellen von zwei Seiten her, von *Beale* und *Brücke*, in Frage gestellt worden (siehe oben S. 31) und wird es daher nöthig zu bemerken, dass *Brücke* eigentlich nur Zweifel, aber keine Beweise gegen eine Hülle vorbringt. Auch *Beale* sagt nichts anderes, als dass es ihm nicht gelungen sei, die Hülle der Blutzellen nachzuweisen und dieselbe durch Endosmose bersten zu sehen, und führt dann als entscheidenden Beweis an, dass wenn eine Hülle da wäre, die Blutzellen nicht *in toto* zu einzelnen Krystallen sich gestalten oder zu grösseren Krystallen zusammenschmelzen könnten. Hiergegen bringe ich Folgendes bei. Erstens ist nichts leichter, als bei Wasserzusatz viele Blutzellen des Frosches bersten und die Kerne austreten zu sehen (siehe Mikr. Anat. II. 2. S. 581). Zweitens lassen die Blutzellen aller Geschöpfe bei Wasserzusatz den Farbstoff austreten und nehmen dafür Wasser auf. In diesem Falle sticht die Hülle scharf gegen den Inhalt ab. Durch Zusatz concentrirter Lösungen schrumpfen dann solche Bläschen stark und die Hülle zeigt oft namentlich an den grossen Zellen der nackten Amphibien die unzweifelhaftesten Falten. Drittens

bersten viele Zellen durch Wasser und lassen die Hüllen als unregelmässige zarte Fetzen zurück (Mikr. Anat. II. 2. S. 581). Viertens sind von mir Krystalle im Innern der Blutzellen des Flussbarsches und Hundes (*Cyclop. of Anat.* Art. »*Spleen*«. Fig. 537) beobachtet worden. An denen des Barsches lag die Hülle den einfachen oder doppelten Krystallen so dicht an, dass die Krystalle frei zu sein schienen; setzte man aber Wasser zu, so kam dieselbe und selbst der Kern deutlich zum Vorschein. Hieraus kann *Beale* ersehen, dass das Krystallisiren des Inhaltes der Blutzellen nicht gegen das Vorkommen einer Zellmembran spricht. Fünftens kann endlich noch erinnert werden, dass vor Kurzem *Hensen* durch wie mir scheint untrügliche Versuche erwiesen hat, dass die Blutzellen des Frosches nicht nur eine Hülle, sondern neben dem rothen Zellsafte auch noch eine geringe Menge farblosen Cytoplasma's enthalten (siehe §. 15).



Fig. 348.

Der Einfluss verschiedener Reagentien auf die Blutzellen ist schon oft untersucht worden, jedoch sind die erhaltenen Ergebnisse zum Theil von sehr geringer Bedeutung, und führe ich daher hier, vorzüglich nach eigenen Untersuchungen der Blutzellen des Menschen nur dasjenige an, was dazu dienen kann, ihre anatomischen und physiologischen Verhältnisse aufzuklären. Wasser macht die Blutzellen zuerst kugelrund und wegen Abnahme des Breitendurchmessers bei Zunahme der Dicke kleiner (von 0,002 — 0,0024'''), was am schönsten an säulenartig vereinten Körperchen zu beobachten ist. Dann wird meist ohne weitere Veränderung der Grösse und langsam, bald plötzlich und mit einem ruckweisen Aufquellen derselben der Farbstoff und sonstige Inhalt derselben ausgezogen, so dass die Blutflüssigkeit dunkelroth sich färbt, die Körperchen dagegen als farblose und so blasse Bläschen oder Ringe erscheinen, dass sie oft äusserst schwer aufzufinden sind. Doch kann man dieselben durch Zusatz von Iodtinctur, welche sie gelblich färbt, oder von Salzen (Kochsalz, Salpeter etc.), von Gallus- und Chromsäure, welche die Zellenreste verkleinert und schärfere Umrisse erzeugt, leicht deutlich zur Anschauung bringen und sich so überzeugen, dass Wasser die Zellen keineswegs löst oder zerstört. Immer widerstehen einzelne Blutzellen dem Einflusse des Wassers länger und sind noch gefärbt, während alle andern schon ihren Farbstoff abgegeben haben, doch ist noch unausgemacht, ob dieselben, wie gewöhnlich angenommen wird, als jüngere Bildungen anzusehen sind oder als ältere. Für das letztere scheint zu sprechen, dass ältere Zellen überhaupt festere Hüllen haben als jüngere, und dass auch die Blutkörperchen, wenn sie ausserhalb der Gefässe, z. B. in Blutergüssen, ihrem Schicksale überlassen bleiben, mit der Zeit immer mehr Widerstand leisten, doch ist zuzugeben, dass vorläufig weder nach der einen, noch nach der andern Seite der Entscheid gegeben werden kann. Aehnlich wie Wasser, nur meist kräftiger und selbst zerstörend, wirken noch viele andere Stoffe, namentlich Säuren und Alkalien, jedoch nicht alle mit derselben Entschiedenheit. Dem Wasser sehr ähnlich wirken Gallussäure, Holzessig, *Aqua chlorata*, eine wässerige Iodlösung, Schwefeläther, Chloroform. In den erstern drei bleiben die Blutzellen als deutliche, blasse Ringe zurück, während sie in Schwefeläther augenblicklich zu den zartesten blassesten Ringen von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ der früheren Grösse sich umwandeln, welche in dem zugleich entstehenden feinkörnigen Gerinnsel nur schwer zu sehen sind, jedoch durch Zusatz von Salzen (Salpeter z. B.) etwas deutlicher werden. Von einer wirklichen Auflösung der Zellen sah ich nichts. Chloroform wirkt ebenso, nur langsamer, und werden die Körperchen zuerst merklich kleiner und glänzend gelb. — Essigsäure von 10 pCt. macht die Körperchen augenblicklich ungemein blass, so dass sie kaum mehr wahrzunehmen sind, doch lösen sich dieselben keineswegs auf, sind vielmehr noch nach mehrern Stunden als zarte Ringe zu sehen. Eine 20 pCt.-Lösung

Fig. 348. Blutkörperchen mit gelben Krystallen aus der Milz und Milzvene der *Perca fluviatilis*, 350mal vergr. *a.* Zellen mit Wasser behandelt, *b.* freie Krystalle.

wirkt schon stärker, und in *Acid. aceticum glaciale* lösen sich in dem schmierigen und braunen Blute in Zeit von zwei Stunden die Zellen gänzlich auf. — Concentrirte Schwefelsäure macht das Blut schwarzbraun. Die Körperchen sind blass und, obschon noch etwas gefärbt, kaum zu erkennen, weil ihre Umrisse ineinander verschwimmen. Durch Zusatz von Salpeter oder Wasser, welches letztere einen besonderen Niederschlag erzeugt, werden dieselben wieder deutlich als kleine mattgelbe runde Körperchen. Nach einigen Stunden Einwirkung der Säure ist Alles gelöst. — Concentrirte Salzsäure, die das Blut braun macht und einen weissen Niederschlag erzeugt, verkleinert beim langsamen Zufliessen die meisten Zellen und macht viele im Innern körnig, erzeugt auch an einigen Risse, so dass der Inhalt in Gestalt eines blassen Streifens, der wie ein Stiel des Körperchens sich ausnimmt, heraustritt, dann erblassen alle, so dass man sie ohne Zusätze von Salzen kaum mehr sieht. Nach einigen Stunden sind viele derselben gelöst, doch widerstehen einzelne länger. — Salpetersäure färbt concentrirt das Blut olivenbraun, die Körperchen grünlich. Letztere sind runzelig, aber nicht kleiner, und zum Theil in dem sich bildenden Gerinnsel eingeschlossen, zum Theil frei und über demselben gelegen. Von einer Auflösung ist nach mehreren Stunden noch nichts wahrzunehmen, doch tritt dieselbe nach einem Tage ein. Von Alkalien wirkt Kali am stärksten. Eine 10 pCt.-Lösung macht das Blut schwarz, und löst die kugelrund und kleiner werdenden Blutzellen alle auf der Stelle auf. Aehnlich verhält sich auch eine Lösung von 20 pCt., nur bleiben einzelne Zellen noch einige Zeit als blasse Ringe zurück, wogegen eine concentrirte Lösung von 2 Theilen Kali auf 1 Theil Wasser die Körperchen nicht angreift, ausser dass sie dieselben ungemein verkleinert, wobei sie entweder kugelrund bleiben, oder zackig und faltig werden. Das Blut als Ganzes erhält durch diese Lösung ein Gerinnsel und anfänglich eine ziegelrothe, dann eine hell braunrothe Farbe. Durch nachherigen Wasserzusatz vergrössern sich die Blutkügelchen wie sonst in keinem Reagens bis zu 0,006''', indem sie meist platt bleiben, und vergehen dann wie in verdünnten Kalilösungen. *Natron causticum* und *Ammonium caust.* von 10 pCt. verhalten sich wie die entsprechende Kalilösung, nur ist die Wirkung etwas schwächer, dagegen wirkt *Natron caust. concentr.* (1½ Theil auf 1 Theil Wasser) ganz wie *Kali conc.* — Dieselbe Erscheinung der Verkleinerung der Blutzellen, die schon einige der bisher besprochenen Stoffe darboten, zeigt sich nun noch in vielen andern Fällen und lässt sich auf die Entziehung von Substanzen, Wasser vor Allem, aus den Blutzellen zurückführen, indem es immer concentrirte Lösungen sind, die so wirken. Fast immer wird auch in diesen Fällen, weil die Blutzellen von mehreren Punkten aus das Licht zurückwerfen, die Blutfarbe heller, meist ziegelroth, jedoch nicht immer ganz entsprechend dem Schrumpfen der Zellen (*Moleschott*). Schon die einfache Verdichtung des Blutplasma durch Verdunsten macht die Blutzellen mehr oder weniger einschrumpfen, wobei sie entweder zu runden, 0,001 — 0,002''' grossen, dunklen, glänzenden Kügelchen oder zu gezackten sternförmigen Körpern, oder endlich zu verschiedentlich verbogenen und gefalteten Plättchen werden. Ebenso wirken alle concentrirteren Lösungen von Metall- und andern Salzen, wenn sie nicht, wie z. B. Höllenstein, gleich zerstörend eingreifen. Die Wirkungen besonders der im Blute befindlichen löslichen Salze haben *Donders* und *Moleschott* verfolgt, doch stimmen die von mir erhaltenen Ergebnisse mit denen dieser Forscher nicht ganz überein. Nach meinen Erfahrungen wirken die Neutralsalze in derselben Weise, wie auf die Samenfäden, so dass die Chlorverbindungen und die *Nitrate* den *Sulphaten* und *Phosphaten* vorangehen. So schrumpfen schon in einprocentigen Solutionen von Na Cl die Blutzellen stark, während sie in gleich starken Lösungen von Glauber- und Bittersalz wie in Wasser sich verhalten und erst in 10 pCt.-Lösungen sich zu verkleinern anfangen. Um die Blutzellen unverändert zu erhalten, bedarf es einer ½ pCt.-Lösung von Kochsalz und einer 5 — 6 pCt.-Lösung von Glaubersalz. Eigenthümlich ist, dass, wie ich finde, stark concentrirte Salzlösungen die Blutzellen erst schrumpfen, dann aber wieder aufquellen machen und endlich entfärben, bei welchem Vorgange Kochsalz ebenfalls stärker wirkt, als die andern Salze; ersteres, nämlich das Wiederaufquellen, hat neulich auch *Botkin* gesehen, jedoch nicht zur Erklärung der von ihm beobachteten Thatsache verwerthet, dass durch starke Salzlösungen hellroth gewordenes Blut später wieder eine dunkle Farbe annimmt. Nach *Botkin* werden Blutzellen, die mit starken Salzlösungen

behandelt worden waren, durch Wasser schneller zerstört, als solche, bei denen man nur verdünnte Lösungen angewandt hatte, aus dem Grunde, wie er sicher mit Recht annimmt, weil im ersteren Falle der endosmotische Strom zu stark ist. — Aehnlich, wie bei concentrirteren Salzen finde ich auch die Veränderung bei Zusatz von Alkohol, Iodtinctur, Chromsäure und Creosot, von denen die beiden erstern die Blutzellen einfach kleiner und runzlig, die letztern auch noch im Innern körnig machen. Besonders ausgezeichnet ist in dieser Beziehung das Creosot, das die Blutzellen zum Theil zu ganz dunklen, selbst fettartig glänzenden körnigen und gleichartigen Körnern und Kugeln umwandelt, zum Theil auch zu sehr schönen, selbst vieleckig sich abflachenden hellen Bläschen erblassen macht. Nach älteren und neueren Erfahrungen, besonders von *Kühne* (*Virch.* Arch. XIV. S. 333), lösen die Natronsalze der Glycocholsäure, Cholalsäure und Choloidinsäure in jeder Stärke die Blutzellen des Menschen und der Thiere, mit Ausnahme derer des Frosches, vollkommen auf. In derselben Weise wirkt auch die Galle des Menschen. — Als sehr wichtig ist endlich noch der Einfluss des Sauerstoffes auf die Blutzellen zu erwähnen, welcher durch Aufnahme in das Innere derselben sowohl im Körper als auch bei ausserhalb desselben angestellten Versuchen ihre hellere, durch Austreten aus denselben ihre dunklere Färbung erzeugt. Diess geschieht, ohne die Form derselben zu ändern (*J. Müller* und *Todd-Bowman* gegen *Nasse* und *Harless*), und kann man Blut viele Male hintereinander abwechselnd mit Kohlensäure und Sauerstoff behandeln, ohne die Blutkörperchen irgendwie zu ändern (*Magnus*, *Bischoff*, *de l'Espinasse* und *Henemann*, *Moleschott* und *Löwig*, *contra Harless*). Aehnlich wie auf die Blutkörperchen wirkt der Sauerstoff auch auf den Blutfarbstoff (*Magnus*, *Marchand*), ja selbst auf die rothen Blutkrystalle, und ist jetzt durch die Untersuchungen von *Schönbein* und *His*, nach denen der Inhalt der Blutzellen Sauerstoff in Ozon umzuwandeln scheint, die Hoffnung gegeben, diesen wichtigen Verhältnissen näher zu kommen, als es bisher möglich war.

Blutkörperchen der Thiere. Die kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere weichen in der Form von denen des Menschen nicht ab, nur die des Kameels und Lama's sind oval und 0,0038''' lang; meist sind dieselben kleiner als beim Menschen, beim Hunde 0,0031''', Kaninchen, Ratte 0,0028''', Schwein 0,0027''', Pferd und Rind 0,0025''', Katze 0,0024''', Schaf 0,0022''', am kleinsten (0,00094''') beim Moschusthiere, selten grösser (von 0,005''') wie beim Elephanten. Alle niedern Wirbelthiere haben fast ohne Ausnahme ovale kernhaltige Blutkörperchen von der Form von Kürbiskernen. Die der Vögel betragen von 0,004 — 0,008''' Länge und haben mehr rundliche Kerne, die der Amphibien messen zwischen 0,008 — 0,025''' Länge, haben runde und ovale Kerne, und sind am grössten bei den nackten Amphibien (Frosch 0,011 -- 0,013''' Länge, 0,007 — 0,008''' Breite; *Salamandra* 0,02''' Länge, *Proteus* 0,025''' Länge, 0,016''' Br.; *Cryptobranch. japonic.* 0,02''' Länge, 0,014''' Br.; die von *Amphiuma tridactylum* sind nach *Riddell* [*Journ. de la phys.* II. p. 159] ein Drittheil grösser als die von *Proteus*, und somit, wenn diess richtig ist, die grössten aller bekannten Blutzellen), die der Fische endlich haben meist 0,005—0,007''' Länge, nur die der Plagiostomen messen 0,01—0,015''', die von *Lepidosiren* 0,020''' Länge, 0,012''' Breite. Die von *Myxine* und *Petromyzon* sind 0,005''' gross, rund und schwach biconcav. *Amphioxus* hat keine und *Leptocephalus* farblose Blutkörperchen. — Die Blutkörperchen der Wirbellosen gleichen den farblosen Zellen des Blutes der höhern Thiere und sind fast immer ungefärbt.

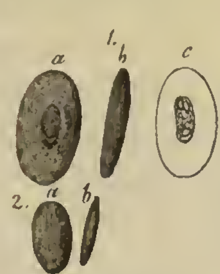


Fig. 349.

Als aussergewöhnliche oder seltenere Bestandtheile des Blutes sind hier noch folgende zu erwähnen: 1) Zellen, welche Blutkörperchen einschliessen, von *Ecker* und mir im Blute der Milz und Lebergefässe und auch sonst im Blute gesehen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 269 flgde. und oben S. 483); 2) pigmentirte und farblose Körnchenzellen von mir, *Ecker*, *Meckel*, *Virchow* und *Funke* beobach-

Fig. 349. 1. Blutzellen des Frosches, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* durch Wasser entfärbt. 2. Blutzellen der Taube, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite.

tet, namentlich bei Wechselfiebern und Milzleiden (l. c.); 3) blasse, feinkörnige rundliche Haufen, im Blute der Milzvene (*Funke*) und im Blute der Milz und Leber bei säugenden Thieren (ich). Im letztern Falle sind es 0,01—0,02''' grosse, nicht scharf umschriebene Massen, deren Körnchen im Wasser bis zu 0,0005 – 0,0008''' aufquellen. Dieselben vergehen in Kali rasch und in Essigsäure nach und nach, werden dagegen von Aether und Alkohol nicht angegriffen und scheinen demzufolge vorzüglich aus einem leicht löslichen Eiweisskörper zu bestehen; 4) eigenthümliche concentrische Körper von der 3 – 4fachen Grösse der farblosen Körperchen, ähnlich denen der Thymus (cf. *Henle*, Zeitschr. f. rat. Pathol. Bd. VII. S. 44) von *Hassall* in fibrinösen Gerinnseln des Herzens gefunden; 5) geschwänzte blasse oder pigmentirte Zellen (*Virchow* Arch. II.). — Hier sind auch noch zu erwähnen die im Blute unter besondern Verhältnissen sich bildenden Formelemente, die Fibringerinnsel und rothen Krystalle. Erstere erscheinen in Blutcoagulis meist in Gestalt feiner, ungemein dicht verfilzter Fäserchen von unregelmässigem Verlaufe, hie und da als stärkere, 0,001—0,003''' breite, mehr gerade und überall gleichbreite Fasern, und sollen auch in Form von Plättchen, ähnlich den Epidermisschüppchen sich finden (Faserstoffschollen, *Nasse*). Von rothen Krystallen, die aus Blut sich bilden, hat man zweierlei zu unterscheiden, erstens solche, die in gesundem, frischem Blute von selbst oder ohne Weiteres beim Eintrocknen entstehen, und zweitens solche, die in ältern Blutergüssen, in zersetztem Blute oder durch eingreifende chemische Behandlung auftreten. Zu den letztern zählen *a*) die durch *Virchow's* Untersuchungen so bekannten Haematoidinkrystalle aus ältern Blutergüssen, in Form rhombischer Täfelchen, die durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether und Essigsäure sich auszeichnen, so wie dadurch, dass sie durch concentrirte Schwefelsäure ein ähnliches Farbenspiel durchmachen, wie der Gallenfarbstoff durch concentrirte Salpetersäure; *b*) die von *Leydig* (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 266) und *Berlin*, in zersetztem Blute aus dem Magen von *Clepsine* (Blut von *Nephelis*) und einer Milbe, *Amblyomma exornatum* (Blut von *Python Schneideri*) beobachteten Krystalle; *c*) von *Teichmann* aus dem Blute durch Behandlung desselben mit Essigsäure erhaltene rothe, braune und schwarze Krystalle, die er für reines Hämatin hält, und Häminkrystalle nennt (Zeitschr. f. rat. Med. Bd. III. 1853. S. 375 u. Bd. VIII. S. 141). Das Interesse für diese letztern Krystalle ist auch noch dadurch gesteigert worden, dass *Brücke* dieselben zum Erkennen von Blutflecken verwendet hat. Ein Blutflecken wird mit destillirtem Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit mit einigen Tropfen Kochsalz im *vacuo* über Schwefelsäure eingetrocknet, dann mit Eisessig übergossen und auf dem Wasserbade eingedampft. Mit einigen Tropfen destillirtem Wasser wird dann auf die *Teichmann*'schen Krystalle untersucht. Krystalle von rother Farbe in normalem ganz frischem Blute habe ich im Jahre 1849 (*Todd's Cyclop. of Anat.* Juny 1849. Art. »*Spleen*«. p. 792, Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 266 und Mikr. Anat. II. S. 280) beschrieben, und zwar aus dem Blute des Hundes, von Fischen und einem *Python*, und zwar theils innerhalb der Blutzellen, theils frei im Blute, namentlich der Milz und Leber. Namentlich das erste Vorkommen schien mir zu beweisen, dass dieselben schon während des Lebens im Blute vorhanden sind, und aus einer dem Hämatin und Hämatoidin (*Virchow*) verwandten Substanz bestehen, doch zeigte ich auch, dass dieselben in Essigsäure, Salpetersäure und kaustischen Alkalien sich lösen, mithin auf jeden Fall nicht einfach Hämatoidin. Zwei Jahre später fand *Funke*, ohne von meinen Erfahrungen zu wissen, diese Krystalle selbständig im Milzblute des Pferdes, Hundes, des Menschen und der Fische auf, worauf dann *Kunde* (Zeitschr. f. rat. Med. 1852. II. S. 271) ihr allgemeines Vorkommen in jedem Blute nachwies, und die schönen tetraëdrischen und hexagonalen Formen derselben entdeckte. Aus den sorgfältigen Untersuchungen von *Funke* (*De sanguine venae lienalis.* Lips. 1851, auch in *Henle's* Zeitschr. N. Folge. Bd. I. S. 172, und Neue Beob. üb. d. Krystalle d. Milzvenen- u. Fischblutes. *ibid.* II. S. 199), geht mit Sicherheit hervor, dass diese Krystalle ausserhalb des Körpers entstehen. *Funke* sprach zugleich die Vermuthung aus, dass diese Krystalle aus dem Globulin der Blutzellen in Verbindung mit Hämatin bestehen, was von *Lehmann*, dem wir viele schöne Erfahrungen über dieselben verdanken, durch genaue Untersuchungen bestätigt (Phys. Chem. 1853. I. S. 365 und II. S. 151) und später dahin erweitert wurde, dass die

Krystalle auch von dem Farbstoffe befreit zu erhalten seien. Zugleich zeigte derselbe auch, dass die von *Reichert* schon im Jahre 1849 in *Müll.* Arch. beschriebenen merkwürdigen rothen Eiweisstetraëder aus den Eihüllen des Meerschweinchens nichts als solche Krystalle gewesen seien. Für Einzelnheiten verweise ich auf die angeführten Schriften und auf meine Mikr. Anat. II. 2. S. 585 flgde., und füge ich hier noch kurz Folgendes bei. Die *Haematokrystallin*-Krystalle (*Lehmann*) oder Globulinkrystalle, wie ich sie nenne, bilden sich am leichtesten, wenn man einen mit einem Deckgläschen bedeckten, etwas eingetrockneten Blutstropfen oder den cruorhaltigen Satz geschlagenen Blutes mit Wasser verdünnt langsam verdunsten lässt. Gelingt es in dieser Weise nicht, Krystalle zu erhalten, so ist zu empfehlen, gewässertes Blut in einem Reagensgläschen mit einigen Tropfen Chloroform zu schütteln und in der Kälte stehen zu lassen (*Böttcher*). Die Globulinkrystalle sind rothe oder farblose Nadeln, Säulen, Tafeln, wahrscheinlich dem rhombischen Systeme angehörend, auch Tetraëder, Octaëder (Meerschweinchen, Ratte), oder hexagonale Tafeln (Eichhörnchen, Maus [*Bojanowski*]), und zeichnen sich durch ihre geringe Beständigkeit aus, indem sie an der Luft vergehen, im Wasser leicht löslich sind, ebenso in Essigsäure, Alkalien und Salpetersäure. Durch Alkohol werden die Krystalle unlöslich, doch quellen sie durch Essigsäure um das 3—4fache auf, und gehen beim Auswaschen der Säure auf ihr früheres Volumen zurück (*Reichert's* Krystalle).

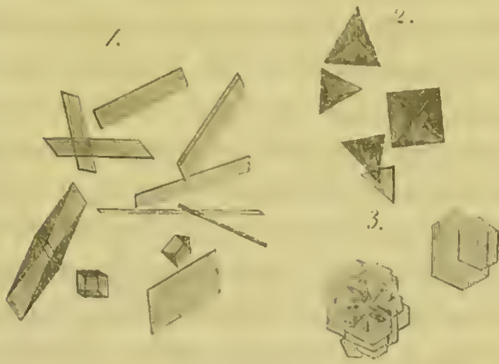


Fig. 350.

§. 221.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwickelung der Blutgefässe geht bei den Arterien und Venen nach zwei verschiedenen Arten vor sich. Nach der ersten, die wahrscheinlich bei allen in den Embryonen zuerst sich anlegenden Gefässen und vielleicht auch noch bei manchen spätern, in hervorwachsenden Organen sich entwickelnden, dann beim Herzen verwirklicht ist, sind die ersten Anlagen solide Zellenstränge von grösserer oder geringerer Stärke, die durch Verflüssigung ihres Innern und Umwandlung der hier befindlichen Zellen in Blutkügelchen, Höhlungen bekommen, welche, anfangs noch getrennt, bald zusammenfliessen und eine vollständige Blutbahn bilden. Haben diese Gefässe und das Herz einige Zeit in diesem Zustande von Zellenschläuchen, in welchem das letztere übrigens schon Zusammenziehungen vollführt, verharrt, so beginnen die Zellen ihrer Wände, mit Ausnahme der innersten in Fasern sich zu verlängern und die verschiedenen Fasergewebe und Häute derselben darzustellen. Hierbei verdicken sich diese Gefässe zugleich, was vielleicht anfangs weniger auf Rechnung einer selbständigen Vermehrung ihrer Zellen als einer Anlagerung neuer Zellen aus dem umliegenden Gewebe zu setzen ist, später aber vorzüglich, ja selbst einzig und allein durch Längen- und Dickenzunahme ihrer Elemente zu Wege gebracht wird. Bei der andern Art, die bis jetzt wenig Berücksichtigung gefunden hat, entwickeln sich die grössern Gefässe durch Umwandlung von Capillaren dadurch, dass von aussen Zellen an diese sich anlegen, welche nach und nach in die verschiedenen Fasergewebe der Arterien

Fig. 350. Aus frischem Blute erhaltene Krystalle. 1. Prismatische Krystalle vom Menschen. 2. Tetraëder vom Meerschweinchen. 3. Sechsseitige Tafeln vom Eichhörnchen. Nach *Funke*.

und Venen übergehen. Meinen Erfahrungen zufolge ist diese Entwickelungsweise sehr verbreitet und bilden sich nach derselben auf jeden Fall viele der grössern Gefässe, die, nachdem die Organe einmal ihrer ersten Anlage nach gegeben sind, in denselben nachträglich sich entwickeln. Im fünften Fötalmonate sind alle grössern und mittelstarken Gefässe in ihren Häuten und Geweben angelegt, und ist es unmöglich, von Bildungszellen noch etwas zu sehen, dagegen erscheinen die Gewebe bei weitem noch nicht fertig, vielmehr die Muskelfasern kurz und zart, und statt der starken elastischen Fasernetze nur feinere und feinste Fäserchen. Nur die innere Längsfaserhaut ist schon jetzt in vielen Gefässen als gleichartige elastische Haut dicht unter dem Epithel darstellbar, doch fehlt dieselbe in kleineren Gefässen und wird durch eine Lage verlängerter Zellen ersetzt, aus denen sich dieselbe zu bilden scheint. Aehnliche Zellen glaubt man auch beim Erwachsenen noch hie und da in den Gefässen zu sehen, in welchen die elastische Innenhaut eben sich verliert. — Die Muskelfasern des Herzens entstehen wie an andern Orten aus einfachen Zellen, nur dass dieselben hier sternförmig werden und durch Ausläufer sich vereinen, was dann zur Bildung der spätern Netze quergestreifter Fasern führt (Fig. 351).



Fig. 351.

Ganz anders als bei den grössern Gefässen ist die Bildungsweise der Capillaren, die, wie *Schwann* und ich gezeigt haben, aus einer Verschmelzung einfacher Zellen hervorgehen. Beim ersten Entstehen dieser Gefässe bilden sich zuerst etwas stärkere Röhrchen dadurch, dass rundlicheckige Zellen in gerader Linie hintereinander sich legen und unter Aufsaugung der Zwischenwände und des Inhalts, nicht aber der Kerne, welche an der ehemaligen Zellenhülle, jetzt der Capillarhaut, liegen bleiben, verschmelzen. Dann sprossen aus den Wänden dieser Gefässchen



Fig. 352.

Fig. 351. Muskelzellen aus den Herzkammern eines neun Wochen alten menschlichen Embryo. 350mal vergr.

Fig. 352. Capillaren aus dem Schwanze einer Froschlarve. *a.* Fertige Capillaren, *b.* Zellenkerne und Reste des Inhalts der ursprünglichen Bildungszellen, *c.* blinde Ausläufer eines Gefässes, *d.* sternförmige Bildungszelle durch drei Ausläufer mit drei Fortsätzen schon wegsamer Capillaren verbunden, *e.* Blutkügelchen noch mit einigen Körnern als Inhalt. 350mal vergr.

zarte, spitze Ausläufer hervor, welche rasch sich verlängern und mit ähnlichen spitzen Fortsätzen im umliegenden Gewebe zerstreuter sternförmiger Zellen zusammenstossen und mit ihnen verschmelzen. Zugleich vereinen sich die andern Ausläufer dieser Zellen unter einander, so dass bald ein Netz sternförmiger Zellen mit dem oder den schon gebildeten Capillarröhrchen zusammenhängt. Dieses Netz ist aber nie ausgedehnt, denn es gestalten sich immer rasch die von schon gebildeten und blutführenden Capillaren ausgehenden Ausläufer und die mit ihnen verbundenen nahe liegenden Zellen wiederum zu Capillaren, dadurch, dass die zusammenstossenden Ausläufer von ihren Ausgangspunkten aus immer stärker werden und Höhlungen bekommen. So entstehen anfangs immer noch ganz feine Gefässchen, die nur Blutplasma aufnehmen, ächte *Vasa plasmatica s. serosa,* bald aber weiten sich dieselben noch mehr aus, bis endlich auch die Blutzellen durchgehen und die Capillaren fertig sind. Da bei diesen Vergrösserungen der Fortsätze der sternförmigen Bildungszellen die Zellenkörper nicht auch entsprechend sich ausweiten, sondern einfach als Knotenpunkte der Gefässe auftreten, so schwindet nach und nach jede Spur des ursprünglichen Zellennetzes, und kann man später die Stellen der Zellenkörper nur noch aus der Lage der sich erhaltenden Kerne erschliessen. Sind einmal von den ersten stärkeren Capillaren aus feinere Röhrchen gebildet, so schreitet dann von diesen aus die Vergrösserung der Blutbahn immer weiter, indem stets neue sternförmige Zellen zu Gefässen sich ausweiten, während zugleich durch Anlagerung neuer Zellen für die Bildung neuer Gefässe gesorgt wird. Auch zwischen schon wegsamen Capillaren bilden sich häufig noch neue Verbindungen, indem theils Ausläufer derselben unmittelbar zusammenstossen, theils auch mit in ihren Maschen gelegenen Bildungszellen sich verbinden, wodurch natürlich das ursprüngliche Netz enger wird. — Diese Bildungsweise gilt nach dem, was ich gesehen habe, für alle Geschöpfe ohne Ausnahme, bei denen Capillaren sich finden, und rühren die von verschiedenen Seiten gegen die Darstellung von *Schwann* und mir erhobenen Einwürfe vorzüglich davon her, dass man geglaubt hat, dass jedes Netz, das bei Embryonen Arterien und Venen verbinde, ein Capillarnetz sei. Diess ist jedoch keineswegs der Fall und spricht es mithin nicht im Geringsten gegen uns, wenn die fälschlich sogenannten Capillaren des Fruchthofes nach der Art der grössern Gefässe entstehen.

Die Capillaren des Lymphgefässsystems, die im Schwanze von Batrachierlarven leicht zu verfolgen sind (Fig. 336), nehmen im Wesentlichen genau dieselbe Entwickelung, wie die des Blutgefässsystems (Fig. 352), nur dass hier Verbindungen der Gefässe selten sind, und die Bildungsgeschichte mehr auf die Aneinanderreihung spindelförmiger oder mit drei Haupt-Ausläufern versehener Zellen sich beschränkt. Ueber die grössern Stämme dieser Gefässe fehlen Beobachtungen, doch ist nicht zu zweifeln, dass auch sie ganz den Blutgefässen folgen. Von den Lymphdrüsen hat *Engel* gehandelt (l. c.) und angegeben, dass dieselben aus Sprossen treibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervorgehen, eine Angabe, die eine genaue Prüfung verdient.

Die Entwickelung der Blutkörperchen ist beim Embryo in ihren Hauptstufen ziemlich genau gekannt. Die ersten Blutkörperchen sind bei Säu-

gethieren und Wirbelthieren überhaupt kernhaltige, farblose Zellen mit körnigem Inhalte, die mit den Bildungszellen aller Theile junger Embryonen vollkommen übereinstimmen, und in den anfangs nicht hohlen Anlagen des Herzens und der grössern Gefässe, an einigen Orten sehr früh, an andern etwas später dadurch entstehen, dass die mittleren Zellen derselben in Folge der Bildung von Flüssigkeit (des ersten Blutplasma) zwischen ihnen von einander sich lösen. Aus diesen farblosen Zellen entstehen die ersten farbigen Blutkörperchen, indem dieselben ihre Körner verlieren, und, den Kern ausgenommen, mit Hämatin sich erfüllen. Diese farbigen, kernhaltigen ersten Blutzellen, die kugelrund, dunkler gefärbt als Blutkörperchen der Erwachsenen und grösser (bei einem Schafembryo von $3\frac{1}{2}'''$, die meisten 0,005 — 0,0065''', die Minderzahl von 0,0025 — 0,0035'''; bei einem menschlichen Embryo von 4''' nach *Paget* 0,004—0,007''') sind, sonst jedoch in allen Beziehungen wie diese sich verhalten, machen neben ihren farblosen Bildungszellen anfangs die einzigen Elemente des Blutes aus. Bald aber beginnen viele derselben von sich aus durch Theilung sich zu vermehren, indem sie bis zu 0,009''' langen, 0,004 — 0,006''' breiten, elliptischen, zum Theil selbst abgeplatteten und dann den Amphibienblutkörperchen täuschend ähnlichen Zellen heranwachsen, zwei, selten drei oder vier rundliche Kerne erzeugen und dann durch eine oder mehrere ringförmige Einschnürungen in zwei, drei oder vier neue Zellen zerfallen. So wie die Leber hervorsprosst, hört diese Vermehrung der Blutzellen in der gesammten Blutmasse und bald auch (bei Schafembryonen von 11''') jede Spur einer Entwickelung derselben aus den ursprünglichen farblosen Bildungszellen auf, dagegen tritt, wie schon *Reichert* vermuthet und ich unmittelbar nachgewiesen habe, eine sehr lebhafte Blutzellenbildung in der Leber auf, deren Grund darin gefunden werden kann, dass nun alles Blut der Nabelvene, welche dem Embryo neue bildungsfähige Stoffe zuführt, statt wie früher in den allgemeinen Kreislauf, zuerst in die Leber strömt. Bei dieser Zellenbildung in den Lebergefässen tritt die Vermehrung der rothen Blutkörperchen von sich aus immer mehr in den Hintergrund; statt derselben erscheinen dann im Blute dieses Organes farblose kernhaltige Zellen von 0,0015—0,006''' oder von 0,003 — 0,004''' mittlerer Grösse, die dann grösstentheils schon in der Leber, entweder unmittelbar oder nachdem sie in ähnlicher Weise, wie früher die farbigen Körperchen, sich vermehrt haben, durch Bildung von Farbstoff im Zelleninhalte zu farbigen kernhaltigen Blutzellen sich gestalten. Woher diese Zellen stammen, die die ersten eigentlichen farblosen Blutzellen sind, ist noch nicht nachgewiesen, doch vermuthe ich, dass dieselben grösstentheils von der Milz herkommen, da es wenigstens für die zweite Hälfte des Embryonallebens sicher ist, dass das Milzblut viele farblose Zellen in die Leber führt, und ich auch in der Milz von alten Embryonen und von einjährigen Geschöpfen die Bildung von rothen kernhaltigen Zellen beob-



Fig. 353.

Fig. 353. Blutkörperchen eines Schafembryo von $3\frac{1}{2}'''$. *a.* Zwei- und dreikernige grosse gefärbte Blutzellen in verschiedenen Stufen der Theilung, *b.* grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kerne, *c.* eine kleinere solche, 300mal vergr.

achtet habe. Ausserdem ist auch noch eine andere Möglichkeit gegeben, nämlich die, dass, wenigstens in den ersten Zeiten der Entwickelung der Leber, ein Theil dieser Zellen auch mit der Gefässbildung in diesem Organe selbst zusammenhängt und den allerersten farblosen Bildungszellen der Blutkörperchen gleichwerthig ist. Diese Neubildung von Blutkörperchen in der Leber und Milz, mit welcher die bedeutende Grösse und der Blutreichthum des ersten Organes im vollsten Einklange steht, dauert nun wahrscheinlich das ganze Embryonalleben hindurch, wenigstens fand ich dieselbe auch bei ganz alten Embryonen von Säugethieren und auch bei Neugebornen, doch nimmt dieselbe, vielleicht im Zusammenhange mit dem Entstehen des *Ductus venosus*, der nach *Rathke* eine nachträgliche Bildung ist, oder seinem Weiterwerden und mit dem Auftreten der ersten Lymphkörperchen in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen immer mehr ab, weil hierdurch ein bedeutender Theil des Nabelvenenblutes unmittelbar in den Kreislauf kommt und der Leber entzogen wird.

Die weitere Entwickelung der in dieser oder jener Weise entstandenen kernhaltigen kugelrunden Blutzellen der Embryonen ist die, dass dieselben nach und nach entweder sofort oder nachdem sie in oben angegebener Weise sich vermehrt, immer mehr sich abplatten und selbst leichte Vertiefungen bekommen, während ihre Kerne deutlich sich verkleinern und bei Essigsäurezusatz eine grosse Neigung zum Zerfallen zeigen. Schliesslich schwinden dieselben ganz und werden die Blutzellen kernlos, wie die der Erwachsenen, und auch bald in der Form, die anfangs allerdings noch etwas unregelmässig ist, denselben gleich. Bezüglich auf die Zeit des Auftretens dieser kernlosen gefärbten Zellen, so ist zu bemerken, dass ich bei einem Schafembryo von $3\frac{1}{2}'''$ und *Paget* bei einem menschlichen von $4'''$ aus der vierten Woche, dieselben gänzlich vermissten; bei Schafembryonen von $9'''$ waren dieselben noch ungemein spärlich, wogegen sie schon bei solchen von $13'''$ weitaus die Mehrzahl der Blutzellen, bei einem dreimonatlichen menschlichen Embryo im Leberblute $\frac{1}{4}$, im übrigen Blute etwa $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ der farbigen Körperchen ausmachten. Bei noch ältern Embryonen sind dieselben bei weitem vorwiegend, so dass bei Schafembryonen von 5—$13''$ Länge die kernhaltigen gefärbten Zellen im Leberblute nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{2}{3}$ der Blutzellen ausmachen, und im übrigen Blute bei den grössern Embryonen nicht häufiger als im Blute der Erwachsenen die Lymphkügelchen sich finden. Zu welcher Zeit beim menschlichen Embryo die kernhaltigen gefärbten Zellen spärlicher werden und schwinden, ist noch nicht ermittelt, doch sah sie *Paget* in einem Falle bei einem fünfmonatlichen Embryo noch in ziemlicher Zahl. — Das Blut grösserer Säugethierembryonen enthält nicht nur in der Leber, sondern auch sonst ausser den farbigen Blutkörperchen, auch farblose Zellen in grosser Zahl, oft ebenso viel, wie farbige, welche Zellen wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus der Milz und Leber stammen, in welcher letztern noch bei $13''$ langen Schafembryonen die farblosen und wenig gefärbten kernhaltigen Blutzellen wohl $\frac{1}{3}$ der gesammten Blutkörperchen ausmachen, ausserdem in den spätern Zeiten des Embryonallebens auch von der Lymphe herrühren. Ob auch diese Zellen in farbige sich umwandeln, ist durchaus unentschieden, und nur das ausgemacht, dass die im Leber- und Milzblute so zahlreichen Uebergangsstufen beider im übrigen Blute durchaus vermisst werden.

Die Entstehung der Blutzellen nach der Geburt und bei Erwachsenen ist, trotz der vielen auf diesen Punkt gerichteten Bemühungen, immer noch einer der dunkelsten Theile der Lehre von den Blutzellen, doch ist meiner Ueberzeugung nach die Annahme, welche die rothen Blutzellen aus den kleinern Chyluskörperchen (und den farblosen Zellen des Milzvenenblutes) hervorgehen lässt, indem dieselben ihre Kerne verlieren, sich abplatten und Hämatin in sich erzeugen, diejenige, welche am meisten Zutrauen verdient. Diese Zellen sind ungefähr von derselben Grösse, wie die Blutzellen, ja selbst etwas kleiner, verhalten sich in ihrer Hülle wie dieselben, sind leicht abgeplattet und nicht selten schwach gelblich gefärbt, und können mithin ohne bedeutendere Veränderungen, als wir sie bei den farblosen Blutzellen der Embryonen sehen, in farbige Zellen übergehen. Wo und wie diess geschieht, hat noch Niemand gesehen, und habe ich trotz aller Mühe und Sorgfalt, die ich diesem Gegenstande zuwandte, doch niemals beim Erwachsenen eine kernhaltige gefärbte Blutzelle gesehen. Das einzige, was mir in dieser Beziehung aufstiess, war das, dass in den Lungenvenen, hie und da auch in anderem Blute, die kleineren Lymphkörperchen in manchen Fällen wirklich ziemlich deutlich gefärbt waren, viel mehr im *Ductus thoracicus*, so dass sie, ausser durch ihr schwach körniges Ansehn, oft kaum von den auf der Fläche liegenden wirklichen Blutzellen zu unterscheiden waren, ferner, dass dieselben etwas kleinere Kerne besassen als sonst; doch genügt auch diess noch nicht, um die Sache zu entscheiden. Dagegen lassen sich als sehr wichtige Unterstützungsgründe noch die herbeiziehen, 1) dass bei allen niedern Wirbelthieren, sehr deutlich z. B. bei Amphibien, auch bei erwachsenen Thieren die Entstehung der kernhaltigen Blutzellen aus den Lymphkörperchen zu beobachten ist, und 2) dass auch bei menschlichen Embryonen die Bildung der gefärbten Blutzellen aus farblosen, den Lymphkörperchen sehr ähnlichen Zellen von mir aufs Bestimmteste nachgewiesen worden ist. Nimmt man hierzu, dass von einer selbständigen oder anderweitigen Entstehung der Blutzellen nicht das Mindeste bekannt ist, so wird man es wohl für gerechtfertigt halten, wenn ich für die Entstehung der Blutzellen aus den Lymphkörperchen (und den farblosen Zellen des Milzvenenblutes) mich ausspreche, und, um zu erklären, warum der Uebergang selbst noch nicht beobachtet werden konnte, die Vermuthung äussere, dass derselbe zu schnell vor sich geht, um unsern Beobachtungsmitteln irgendwie zugängig zu sein.

Wenn ich auch im Vorigen für die Bildung der rothen Blutzellen aus den farblosen Elementen der Lymphe des Chylus und des Venenblutes mich ausgesprochen, so wollte ich damit noch keineswegs behaupten, dass alle Elemente dieser Säfte zu allen Zeiten des nachembryonalen Lebens zu Blutzellen werden. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergibt vielmehr, dass in demselben ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer blasser Zellen mit mehreren Kernen oder einem durch Essigsäure zerfallenden Kerne vorhanden ist, von denen es, obschon sie sicherlich aus dem Chylus (und der Milz) stammen oder umgewandelte Elemente desselben sind, doch nicht wohl möglich ist anzunehmen, dass sie jemals zu Blutzellen werden (*Virchow*, ich). Diess festgesetzt, erhebt sich die Frage, ob nicht vielleicht der Wechsel der Blutzellen, ihre Bildung und ihr Vergehen viel langsamer erfolgt, als man gewöhnlich annimmt, und dieselben dauerhaftere Elementar-

theile sind, als man vermuthet. Ich vermag in dieser Beziehung keine bestimmte Aufklärung zu geben und will nur das bemerken, dass auf jeden Fall, so lange der Körper noch wächst und die Blutmenge zunimmt, eine lebhafte Bildung von Blutzellen angenommen werden muss, wogegen es durchaus unausgemacht ist, ob in dieser Lebensperiode Blutzellen sich auflösen, wesshalb auch nicht angegeben werden kann, wie viele von den farblosen Elementen des Blutes die Umwandlung in Blutkörperchen durchmachen. Beim Erwachsenen möchte nur so viel ganz sicher sein, dass, wenn derselbe aus dieser oder jener Ursache an Blut ärmer wird, dasselbe innerhalb einer gewissen Zeit sammt seinen rothen Blutzellen sich wieder ersetzen kann, ganz unausgemacht ist es dagegen, ob unter gewöhnlichen Verhältnissen eine irgend wie lebhaftere Auflösung und Wiederbildung von Blutzellen statt hat. Da eine Bildung von solchen nicht mit Bestimmtheit zu beobachten ist, so bleiben, um die Sache zur Entscheidung zu bringen, nichts als die Erfahrungen über eine Auflösung von Blutzellen, diese sind nun aber durchaus nicht der Art, dass ein regelrechter, in kurzen Zeiträumen eintretender Wechsel der Blutelemente aus ihnen sich beweisen lässt; denn wenn schon in der Milz vieler Thiere eine ungeheure Menge sich zersetzender Blutzellen gefunden wird, so ist doch die häufige, regelmässige Wiederkehr einer Auflösung derselben in diesem Organe noch nicht dargethan. Alles zusammengenommen glaube ich sonach, dass die Frage, wann und in welchem Maasse beim Erwachsenen Blutzellen vergehen und neu sich bilden, nach den vorliegenden Thatsachen unmöglich bestimmt entschieden werden kann, doch neige ich mich zur Ansicht hin, dass die Elemente des Blutes durchaus nicht so vergängliche Gebilde sind, wie man gewöhnlich glaubt.

Die Untersuchung des Herzens ist, was die Muskelfasern selbst betrifft, leicht, und wird man die Verbindungen derselben an jedem sorgfältig zerzupften Stückchen nicht unschwer auffinden und besonders nach Anwendung von *Kali causticum* von 35 pCt. schön sehen. Dagegen stellen sich der Verfolgung des Faserverlaufes in diesem Organe grosse Schwierigkeiten dar. Am besten eignen sich hierzu in schlechtem Spiritus erweichte Herzen; dann wird von Alters her das Kochen frischer oder vorher mehrere Wochen eingesalzter Herzen in Wasser empfohlen, ein Verfahren, an dessen Stelle *Purkyně* und *Palicki* das Kochen in einer Lösung von Kochsalz oder noch besser Kalkschwefelleber empfehlen, wogegen *Ludwig* nach Entfernung des Pericards das Herz in Wasser legt, und jedesmal nach Entfernung einer Lage von Muskelsubstanz unter Anwendung eines gelinden Drückens dieses Einwässern wiederholt. Für die Blutgefässe genügt die früher allein geübte Zerlegung derselben in Blätter mit Messer und Pincette nicht, vielmehr muss nothwendig noch die Untersuchung von Quer- und Längsschnitten der gesammten Gefässwand dazu kommen. Am besten trocknet man ausgebreitete Gefässstücke auf Papier, wobei man auch von sehr dünnen Gefässen noch Schnitte machen kann, weicht dieselben in Wasser wieder auf und behandelt sie, wenn man die Muskulatur untersuchen will, mit Essigsäure oder Salpetersäure von 20 pCt. (*Weyrich*), sonst mit *Natron causticum dilut.*, durch welche Mittel auch das elastische Gewebe sehr schön hervortritt. Zur schnellen Darstellung des Epithels, der elastischen Innenhaut, der Muskelhaut, haben sich mir die grösseren Gefässe an der Hirnbasis am geeignetsten erwiesen und ist auch hier die Anwendung von gesättigten Lösungen von Kali und Natron sehr zu empfehlen, welche namentlich die Muskelfasern leicht kenntlich machen; die elastischen Hüllen der *Media* isolirt man leicht nach Erweichung in starker Essigsäure. Zur Untersuchung der Capillaren sind das Hirn, die *Retina*, die Froschlarven und Embryonen vor Allem zu empfehlen, für ihre Entwickelung Froschlarven, die *Allantois* von Embryonen, die gefässreiche Linsencapsel. Das Blut untersuche man wo möglich im *Serum* selbst, dann mit den verschie-

denen geschilderten Mitteln, und berücksichtige man stets die ungemeine Geneigtheit seiner Elemente zu Veränderungen. Lymphdrüsen untersucht man am besten nach vorgängiger Erhärtung in Alkohol an Schnitten, die man nach dem Verfahren von *His* auspinselt, doch ist hier die Einspritzung der Blut- und Lymphgefässe unumgänglich nöthig. Erstere gelingt sehr leicht mit Chromblei, Berlinerblau und Carmin. Letztere will schon mehr geübt sein. Man wählt entweder die *Vasa inferentia*, von welchen aus auch benachbarte Drüsen in günstigen Fällen sich füllen, oder nach *Frey* die *Vasa efferentia*, was schon schwieriger geht, da in diesem Falle die Klappen zu überwinden sind, oder man spritzt durch einen Einstich in das Mark dieser Gefässe ein (ich), was ziemlich leicht gelingt. Am tauglichsten sind die Drüsen des Ochsen, des Hundes, der Katze und des Kaninchens. Für die Lymphgefässe empfehle ich vor Allem die im Schwanze der Batrachierlarven, ausserdem sind für die Lymphgefässanfänge Einspritzungen nach dem Verfahren von *Hyrtl* und *Teichmann*, oder durch Einstich (*Ludwig*, *Frey*, *His*) zu empfehlen.

Literatur. 1. Herz: *C. Ludwig*, Bau der Herzventrikel, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII. S. 189, und Ueber die Herznerven der Frösche, in *Müll.* Arch. 1848. S. 139; *Luschka*, Das Endocardium und die Endocarditis, in *Virch.* Arch. IV. S. 171; *Remak*, Ueber die Ganglien des Herzens, in *Müll.* Arch. 1844. S. 463, und Ueber den Bau des Herzens, ebend. 1850. S. 76; *Bidder*, Ueber die Nervencentra im Froschherzen, in *Müll.* Arch. 1852. S. 163; *Donders*, *Onders betr. d. bouw v. h. menschel. hart*, in *Nederl. Lanc.* 3. Ser. 1. Jaarg. 1852. p. 556, und *Physiol.* I. p. 14—25; *Th. v. Hessling*, Ueber die Muskelfäden im Endocard d. Wiederkäuer, in Zeitschr. f. wiss. Zool. V. S. 189—354. Taf. X. Fig. 1—9; *Reichert*, Ueber dieselben Fäden, in Jahresber. f. 1854. S. 53; *Luschka*, im Arch. f. phys. Heilk. 1856. S. 536, und *Virch.* Arch. XI. S. 568 (Herzklappen); *S. Joseph*, *De anatomia cordis.* Vratisl. 1857. *Diss.*, und Ueber die Ringe und Klappen des menschl. Herzens, im Arch. f. path. Anat. XIV. S. 263; *Luschka*, in *Müll.* Arch. 1860. S. 620; *J. Pettigrew*, *On the arrang. of the musc. fibres of the ventricles of the heart*, aus *Proceed. of the Edinb. Roy. Soc.*, in *Edinb. med. and surg. Journ.* 1860. 562; *Oehl*, *Sulla presenza di elementi contrattili nelle magg. corde tendinee d. valv. mitr. umane*, in *Mem. d. Acad. d. Science di Torino.* XX. 1861.

2. Blutgefässe: *F. Räuschel*, *De arteriar. et venar. struct.* Vratisl. 1836. *Diss.*; *Kölliker*, Ueber die Muskulatur der Gefässe, in Mitth. d. Zürch. naturf. Ges. 1847, und Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Sur le développement des vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques*, in *Annal. des sc. nat.* 1846; *C. Donders* und *H. Jansen*, Unters. über d. krankh. Veränder. d. Arterienwände, in Arch. f. phys. Heilk. VII. S. 361, auch in *Nederl. Lanc.* I. p. 473; *R. Remak*, Histiologische Bemerkungen über die Blutgefässwände, in *Müll.* Arch. 1850; *J. M. Schrant*, *Ontleedkundige Studien over de aderlijke bloedvaten*, in *Tijdschr. d. Maatsch. tot bevord. d. geneesk.* 1850. p. 2; *M. Schultze*, *De arteriarum structura.* Gryph. 1850; *Q. Aubert*, *De prima Syst. vas. genesi.* Vratisl. 1855. *Diss.*; *J. Meyer*, Ueber die Neubildung von Blutgefässen in plastischen Exsudaten etc., in Annal. d. Charité. IV. S. 41; *H. Welcker*, Dehnbarkeit der Hirncapillaren und Nichtexistenz der *Vasa serosa*, in Würzb. Verh. VI. S. 274; *Billroth*, Untersuch. über die Entwickelung der Blutgefässe. Berlin 1856; *Remak*, Contractile Klappensäcke an den Venen des Menschen, in Deutsche Klinik. 1856. Nr. 3; *W. Krause*, *De vasis sanguif. in cavo cranii.* Kiov. 1855. *Diss.*; *Reichert*, Beobacht. über die ersten Blutgefässe und deren Bildung, in Studien d. phys. Instit. zu Breslau. Leipzig 1858; *Ch. Robin*, *S. q. particular. de la struct. d. capill. de l'encephale*, in *Journ. de la Phys.* II. 536; *J. Billeter*, Beitr. zur Lehre v. d. Entsteh. d. Gefässe. Zürich 1860. *Diss.*

3. Lymphgefässe und Lymphdrüsen: *F. Noll* (und *Ludwig*), Ueber den Lymphstrom u. d. Anat. d. Lymphdrüsen, in *Henle's* Zeitschr IX. S. 52; *Remak*, Ueber blutleere Gefässe im Schwanze d. Froschlarven, in *Müll.* Arch. 1850. S. 79, 183; *J. Engel*, Bau und Entwickelung der Lymphdrüsen, in Prager Vierteljahrsschrift. 1850. S. 111; *O. Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen. Breslau 1851; *H. Weyrich*, *De textura et structura Vas. lymphatic.* Dorpat 1851; *E. Brücke*, Ueber Lymphgefässe und Lymphdrüsen, im Sitzungsber. der Wiener Akad. 1852 Dec., 1853 Jan. und März, dann in d. Denkschr. VI. 1853; Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Sitzungsber. der Akad. 1855. S. 267; *Donders*, *Over den bouw der weivatsklieren*, in *Nederl. Lanc.*

1852. p. 355; *A. Kölliker*, Ueber den fein. Bau u. die Funkt. d. Lymphdrüsen, in Würzb. Verh. IV; *Funke*, Ueber Chylusgefässe d. Darmes, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 307, und Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 31; *A. Zenker*, Chylusgef. d. Darmschleimhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 321; *R. Cnopp Koopmans, Ond. v. e. mensch darm in toest. v. opslorping*, in *Nederl. Lanc. July en Aug.* 1855. p. 90; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. VI. S. 107 (Chylusgefässe); *G. Eckard, De gland. lymphat. structura.* Berol. 1858. *Diss.*; *T. Billroth*, Beitr. z. pathol. Histologie. Berlin 1858. S. 127, Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. 62, *Virch.* Arch. XXI. 423; *Virchow*, Cellularpathologie. Berlin 1862. S. 163; *His*, Beitr. z. Kenntniss der zum Lymphsyst. gehör. Drüsen, 2. Art. »Lymphdrüsen«, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 65, und Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers, ebend. XII. S. 223; *H. Frey*, Zur Anat. d. Lymphdrüsen, in Viertelj. d. naturf. Ges. in Zürich. 5. Jahrg. 1860; Unters. über d. Lymphdrüsen. Leipzig 1861; Ueber die Lymphbahnen der Tonsillen und Zungenbalgdrüsen, in Viertelj. d. naturf. Ges. in Zürich. Bd. VII, und Ueber die Lymphbahnen der Trachomdrüsen, *ibid.*; *Krause*, in Anatomische Unters. 1860. S. 115; *Teichmann*, Das Saugadersystem, vom anat. Standpunkte bearb. Leipzig 1861; *Piers Walter*, Unters. über d. Textur d. Lymphdrüsen. Dorpat 1860. *Diss.*; *R. v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, und Zur Fettresorption, in *Virch.* Arch. Bd. XXVI.

4. Blut und Lymphe: *H. Nasse*, Art. »Chylus, Lymphe und Blut«, in *Wagner's* Handw. d. Phys. Bd. I; *H. Müller*, Beitr. z. Morphologie des Chylus und Eiters, in Zeitschr. f. rat. Med. 1845; *R. Wagner*, Beiträge z. vergl. Physiologie d. Blutes. Leipz. 1833, und Nachträge z. vergl. Phys. I. Ebend. 1838; *J. C. Fahrner, De globulor. sang. origine.* Turici 1845; *A. Kölliker*, Ueber die Blutkörperchen eines menschl. Embryo u. d. Entw. d. Blutk. bei Säugethieren, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1846. S. 42; *C. Donders* und *J. Moleschott*, Untersuchungen über d. Blutkörperchen, in d. Holländ. Beitr. III. 360; *Donders*, in *Nederl. Lanc.* 1846; *W. Jones, The bloodcorpuscule consid. in its diff. phases of development*, in *Phil. Trans.* 1846. II. p. 82; *Moleschott*, Ueber d. Entw. d. Blutzellen, in *Müll.* Arch. 1853, dann in Wien. Med. Wochenschr. 1853 April u. 1854 Febr.; *Kölliker*, Lymphkörp. in den Anf. d. Lymphgef. u. Einw. e. conc. Harnstofflösung auf Blutzellen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 182, 183, dann in Würzb. Verh. VII. (Blut d. Milz u. Leber); *Aubert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 357. (Entw. d. Blutzellen u. Blutgefässe d. Fische); *Berlin*, in *Nederl. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 734, und Arch. f. holl. Beitr. I. S. 75. (Blutkrystalle); *Marfels* und *Moleschott*, Lebensdauer der Blutkörperchen, in Unters. z. Naturl. I. S. 52; *Teichmann*, Ueber das Hämatin, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII. S. 141; *Remak*, Ueber Theilung der Blutzellen beim Embryo, in *Müll.* Arch. 1858. S. 178; *Berlin*, Ueber d. Blutkörperchen haltigen Zellen, im Arch. f. d. holl. Beitr. I. 356; *C. Robin, S. quelq. points de l'anatomie des globul. rouges du sang*, in *Journ. de la phys.* I. p. 283; *Sur les leucocytes ou globules blancs du sang. Ibid.* II. 41; *C. Rouget, Globules de sang colorés chez plusieurs espèces d'animaux invertébrés*, in *Journ. de la phys.* II. p. 660; *G. F. Pollock, On granulated blood discs*, in *Quart. Journ. of microsc. science.* 1859. Oct. *Transact.* p. 4; *Botkin*, Unters. über Diffusion organ. Stoffe, in *Virch.* Arch. XX. S. 26; *A. Böttcher*, Ueber Blutkrystalle. Dorpat 1862; *C. Bojanowski*, Beob. über Blutkrystalle, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 312; *Hensen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 253 (Blutzellen des Frosches); *G. Zimmermann*, Die Elementarkörperchen des Blutes als Kunstproducte, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 344. — Ausserdem vergleiche man die Handbücher von *E. H. Weber* und *Henle* und die neuern embryologischen Arbeiten von *Vogt*, *Remak*, *Prévost*, *Lebert* und *Courty*. Für eine vollständigere Literatur der älteren Arbeiten verweise ich auf meine Mikr. Anat. und die 3. Aufl. dieses Handbuches.

Von den höhern Sinnesorganen.

1. Vom Sehorgane.

§. 222.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel, oder dem eigentlichen Sinnesapparat, und den Nebentheilen, welche theils zum Schutze, theils zur Bewegung desselben vorhanden sind, nämlich den Augenlidern, Augenmuskeln und den Thränenorganen. Der Augapfel selbst ist ein sehr zusammengesetztes Organ, in dem fast alle Gewebe des Körpers vertreten sind, und wird derselbe wesentlich aus drei Häuten, einer Faserhaut, *Sclerotica* und *Cornea*, einer Gefässhaut, der *Chorioidea* und *Iris*, und einer Nervenhaut und aus zwei innern lichtbrechenden Mitteln, dem Glaskörper und der Linse, zusammengesetzt.

A. Vom Augapfel.

§. 223.

Faserhaut des Auges. Die äussere Umhüllung des Augapfels wird von einer derben vorzüglich bindegewebigen Faserhaut gebildet, welche dem äussern Ansehn nach in einen kleineren, vorderen, durchsichtigen Abschnitt, die Hornhaut, und einen grössern, undurchsichtigen, hintern Theil, die harte Haut, zerfällt, jedoch, wie die Entwickelungsgeschichte und der feinere Bau lehren, durchweg als eine zusammenhängende Haut anzusehen ist.

Die harte Haut, *Sclerotica*, auch weisse Haut, *Albuginea*, genannt, ist eine weisse, sehr derbe und feste fibröse Haut, die vom hintern Umfange des Auges an, wo sie mit der Scheide des Sehnerven unmittelbar zusammenhängt, und auch mit der *Lamina cribrosa* und dem Neurilemme des Nerven sich vereint (*Löwig*), nach vorn zu allmählich an Dicke abnimmt, jedoch vorn durch Verschmelzung mit den Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder sich verstärkt und dann unmittelbar in die Hornhaut sich fortsetzt. Dieselbe gibt beim Kochen gewöhnlichen Leim und besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Fibrillen sowohl beim Zerzupfen, als auch an mit Essigsäure behandelten Querschnitten äusserst deutlich hervortreten. Die Bündel derselben sind mehr gerade gestreckt, sonst wie in Sehnen innig verbunden und zu grössern, dünnern oder dickern, platten Bändern vereint, welche in der ganzen Dicke ziemlich regelmässig abwechselnd der Länge und Quere nach verlaufen, und so auf senkrechten Schnitten einen blätterigen Bau erzeugen. Doch sind wirkliche für sich bestehende Blätter nirgends vorhanden, vielmehr stehen die verschiedenen Längslagen untereinander in vielfacher Vereinigung und ebenso die der Quere nach verlaufenden Schichten. Nur an der äussern, namentlich aber an der innern Oberfläche der harten Haut sammeln sich die Längsfasern zu etwas stärkern Platten an und erhalten so eine grössere Selbständigkeit.

Mitten durch das Bindegewebe der *Sclerotica* verlaufen eine grosse Zahl feiner elastischer Elemente, von derselben Form wie in Sehnen und Bändern

(siehe §. 86), nämlich als ein Netzwerk feiner und feinster Fasern. Ausserdem finden sich auch hier netzförmig vereinte Bindegewebskörperchen in grosser Zahl, welche sicher zum Theil Höhlungen und einen flüssigen Inhalt besitzen, wenigstens sieht man an trocknen Scleroticaschnitten in allen Zellenkörpern derselben Luft (diess sind die kreideweissen Körperchen von *Huschke*), und bei Thieren auch in manchen Zellen deutliche Pigmentkörnchen, welche beim Menschen in den innersten Lagen der *Sclerotica* auch vorkommen. Es möchte daher hier die *Virchow*'sche Anschauung, dass solche Zellen zur Ernährung in Bezug stehen, vollkommen gerechtfertigt sein, um so mehr, da die Gefässe dieser Haut auf jeden Fall nur spärlich sind. Dieselben stammen vorzüglich von den Ciliararterien und denen der Augenmuskeln und bilden, wie ich mit *Brücke* finde, ein ziemlich weitmaschiges Netz von Capillaren letzter Ordnung. — Nerven beschreibt *Bochdalek* (auch *Rahm* beim Kaninchen) in der harten Haut, doch habe ich bisher ebenso wenig wie *Arnold* und *Luschka* davon mich überzeugen können, dass dieselben etwas anderes als an der innern Seite der Haut zum *Lig. ciliare* verlaufende Zweige sind.

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 354, *C*), ist vollkommen durchsichtig, noch derber und schwerer zu zerreissen, als die *Sclerotica*, und aus drei besondern Lagen zusammengesetzt, nämlich: 1) aus der Bindehaut, *Conjunctiva corneae*, 2) der eigentlichen Hornhaut und 3) der *Descemet*schen Haut, von denen die erste und letzte von einem Epithelium und einer darunter gelegenen glasartigen Haut, die mittlere von einem Fasergewebe eigenthümlicher Art gebildet wird.

Die eigentliche Hornhaut oder die Faserlage derselben (Fig. 354, *c*), bei weitem der mächtigste Theil der ganzen Haut, besteht aus einer dem Bindegewebe sehr nahen Fasersubstanz, die jedoch nach *J. Müller* beim Kochen keinen Leim, sondern *Chondrin* gibt, welches *Chondrin* jedoch nach *His* dadurch von dem gewöhnlichen sich unterscheidet, dass seine meisten Niederschläge sich im Ueberschusse des angewandten Mittels wieder lösen. Ihre Elemente, blasse Bündel von 0,002—0,004''' Durchmesser, an denen, wenigstens beim Zerzupfen, bald mehr, bald weniger deutlich meist noch feinere Fibrillen sichtbar werden, sind zu platten Bündeln von 0,04—0,12''' Breite (*His*) geeint, welche, mit ihren Flächen den Hornhautoberflächen stets gleichlaufend, sowohl in der Richtung der Oberfläche, als in der Dicke untereinander zusammenhängen und so durch die ganze Haut ein grosses Maschengewebe darstellen. Sichtbare Lücken finden sich übrigens in diesem Maschengewebe nicht, indem einerseits in die Zwischenräume des einen Faserzugs die Elemente eines andern hineinpassen, andrerseits auch alle Faserbündel so dicht aufeinander liegen, wie z. B. in einem gepressten Schwamme. Am richtigsten und leichtesten wird man den Bau der Hornhaut auffassen, wenn man von der *Sclerotica* ausgeht, von der erstere nur eine Abänderung ist. Wie hier Längsnetze und Quernetze von Bindegewebsbündeln die ganze Haut zusammensetzen, so, nur verwickelter, ist die Sache auch in der Hornhaut, indem in dieser die Bündel in den verschiedensten Richtungen verlaufen. — Fasst man den Bau der Hornhaut im Ganzen auf, so kann man dieser Haut, wenn auch keine vollständigen Blätter, wie viele Forscher,

so doch einen blätterigen Bau zuschreiben, indem ihre Bündel alle platt und mit den Flächen der Oberfläche gleich liegen, wovon es auch abhängt, dass

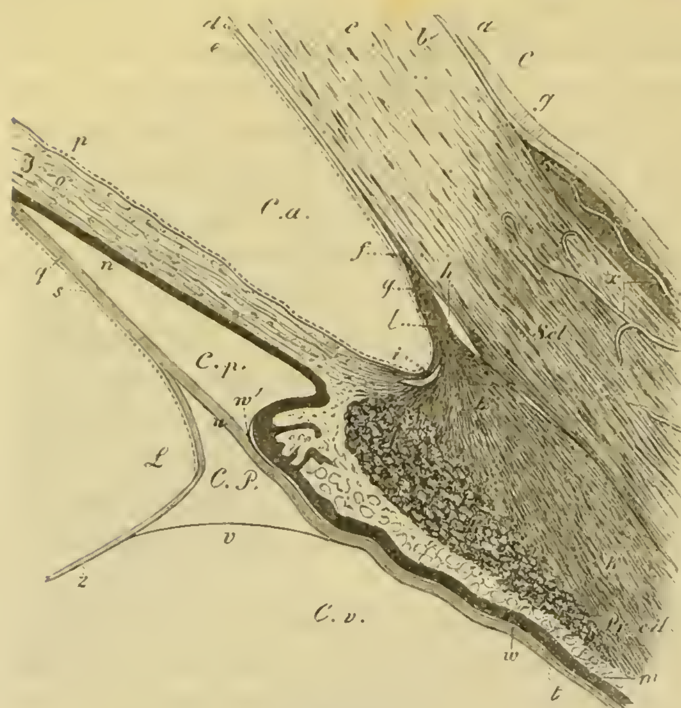


Fig. 354.

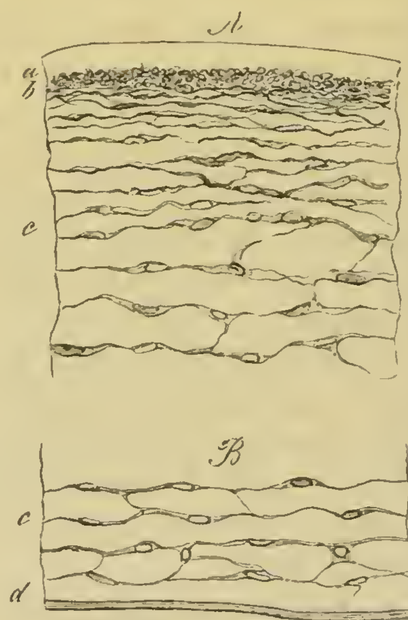


Fig. 355.

die Hornhaut sich äusserst schwer in der Dicke zerreissen und durchstossen lässt. Die Uebereinstimmung der Hornhautelemente mit dem Bindegewebe wird auch noch dadurch bewiesen, 1) dass dieselbe am Rande durch ihre hier vorzüglich in der Richtung der Meridiane des Auges verlaufenden Bündel unmittelbar und ohne Unterbrechung in die ähnlich gelagerten Fasern der *Sclerotica* sich fortsetzt, so dass von einer natürlichen Trennung beider Häute auch nicht im Entferntesten die Rede sein kann, und 2) dass, wie *Toynbee* im Jahre 1841 und später noch bestimmter *Virchow* zuerst nachgewiesen haben, zwischen ihren Bündeln und Blättern eine ungemeine Zahl durch ihre Ausläufer verbundener spindel- und sternförmiger, kernhaltiger Zellen liegen, wie sie dem meisten Bindegewebe eigen sind (Bindegewebskörperchen

Fig. 354. Durchschnitt durch die Augenhäute in der Gegend der Ciliarfortsätze, 12mal vergr. *Scl. Sclerotica. C. Cornea. Pr. cil. Processus ciliaris. C. a. Camera anterior. C. p. Camera posterior. C. v. Corpus vitreum. C. P. Canalis Petiti. L. Lens. I. Iris. a. Conjunctiva corneae,* Epithel, *b. Elastica externa* darunter, sich fortsetzend in die *Conjunctiva scleroticae x. c.* Faserlage der *Cornea, d. Membr. Demoursii, e.* Epithel derselben angedeutet, *f.* Ende der *Membr. Demoursii* und Uebergang in eigentl. Fasern *g,* die bei *i* als *Lig. iridis pectinatum* auf die *Iris* übergehen, *h. Canalis Schlemmii, k. Musculus ciliaris s. tensor chorioideae* von der innern Wand desselben (*l*) entspringend, *k'.* Ringfasern des Ciliarmuskels oder *Müller*'scher Muskel, *m.* Pigmentlage der Ciliarfortsätze, *n.* der *Iris, o.* Faserlage der *Iris, p.* Epithel derselben angedeutet, *q.* Linsencapsel, vordere Wand, *r.* hintere Wand, *s.* Epithel der Linsencapsel angedeutet, *t. Zonula Zinnii* oder vorderer verdickter Theil der *Hyaloidea, u.* freies vorderes Blatt derselben (eigent. *Zonula*) an dem Rande der Linse sich ansetzend, *v.* hinteres Blatt derselben mit der hintern Wand der Linsencapsel verschmelzend, *w. Pars ciliaris retinae, w'.* vorderes Ende derselben. Nach *Bowman* und *H. Müller.*

Fig. 355. Senkrechter Durchschnitt der *Cornea* des Neugebornen, 350mal vergr. mit Essigsäure. Das Epithel ist weggelassen. *A.* Vorderes Stück der Haut; *a. Elastica anterior, b.* dichte Lage kleiner runder Körner (wahrscheinlich kleiner Zellen) darunter, mit wenig Fasergewebe, *c.* entwickeltes Fasergewebe mit verbundenen Bindegewebskörperchen. *B.* Hinteres Stück der Haut; *c.* wie vorhin, *d.* Glashaut der *Membr. Descemetii.*

Virchow's, auch Hornhautkörperchen), und auch in der *Sclerotica* vorkommen. Es möchte wohl unzweifelhaft sein, dass die Ernährungsflüssigkeit, mit welcher die *Cornea* beständig in reichlicher Menge getränkt ist, und welche bei grossen Augen von Thieren selbst durch das Auspressen der *Cornea* unmittelbar sich nachweisen lässt, einem guten Theile nach durch die genannten Zellen im Innern weiter geleitet und verbreitet wird, eine Ansicht, in der man nur bestärkt werden kann, wenn man weiss, dass diese Zellen bei Erkrankungen der *Cornea* äusserst häufig Fetttröpfchen, ausnahmsweise nach *Donders* selbst Pigment in ihrem Innern enthalten. — Die von *Bowman* im Ochsen- und Menschenauge eingespritzten *corneal tubes* sind mit diesem Zellennetze nicht zu verwechseln, und wahrscheinlich als künstliche Erweiterungen der zwischen den Gewebselementen der *Cornea* regelrecht vorkommenden kleinen Zwischenräume, die man selbst bei der mikroskopischen Untersuchung hie und da zu erkennen glaubt, zu deuten.

Die Bindehaut der *Cornea* (Fig. 354, *ab*) besteht vorzüglich aus einem 0,023—0,050‴ dicken, geschichteten weichen Epithel, dessen untere Zellenlagen länglich sind und senkrecht auf der Hornhaut stehen, während die mittlern mehr eine rundliche Gestalt besitzen und nach oben in eine 0,008—0,01‴ dicke, der Hornschicht der Epidermis entsprechende Lage 0,01—0.014‴ grosser, jedoch noch kernhaltiger und weicher Plättchen übergehen. Unter dem Epithel, das im Tode, auch in Wasser und Essigsäure sehr bald sich trübt, befindet sich eine von *Reichert* zuerst erwähnte gleichartige Lage, die *Lamina elastica anterior* von *Bowman* von 0,003—0,004‴ Dicke, welche auf senkrechten Schnitten und an Falten von dünnen Flächenschnitten nach Zusatz von Alkalien besonders deutlich hervortritt, jedoch bei Weitem nicht so scharf gegen die eigentliche Hornhaut sich absetzt, wie die *Descemet*'sche Haut und auch nicht dieselbe Bedeutung zu haben scheint, wie diese, sondern wohl nichts als der Rest der in frühern Zeiten gefässhaltigen Schicht der *Conjunctiva corneae* ist. — Von derselben aus sieht man hie und da gebogene Fasern wie starre Bindegewebsbündelchen oder elastische Fasern schief in die Hornhaut eindringen und dann sich verlieren (*Bowman*), von denen ich glauben möchte, dass sie Umwandlungen der Hornhautzellen ihren Ursprung verdanken.

Die *Descemet*'sche oder *Demours*'sche Haut, auch Wasserhaut, *Membr. Descemeti s. Demoursii s. humoris aquei* (Fig. 354, *d*) besteht aus einer dem Corneagewebe ziemlich locker anhaftenden elastischen Haut, der eigentlichen *Descemet*'schen Haut oder *Elastica posterior*, und einem Epithel an der innern Fläche derselben. Die erstere ist wasserhell, wie Glas, und glänzend, vollkommen gleichartig, leicht zerreissbar, aber doch ziemlich fest und so elastisch, dass, wenn sie durch Messer und Pincette, oder Kochen in Wasser, oder Behandlung mit Alkalien, wobei sie wie in Reagentien überhaupt ihre Durchsichtigkeit nicht einbüsst, von der *Cornea* getrennt wird, ohne Ausnahme kräftig, und zwar nach vorn, sich einrollt. Gegen die Ränder der *Cornea* geht die *Descemet*'sche Haut, deren Dicke 0,006—0,008‴ beträgt (nach *H. Müller* bei Erwachsenen von 20—30 Jahren 0,006—8^{mm} in der Mitte, 0,01—0,012^{mm} am Rande; bei alten Leuten 0,015—0,02^{mm}) und die in chemischer Beziehung ganz an die Linsencapsel sich anschliesst (siehe unten), in ein eigenthümliches Geflecht von Fasern

41 *

über, das von *Reichert* zuerst wahrgenommen und von *Bowman* ausführlicher beschrieben wurde. Dasselbe beginnt in geringer Entfernung vom Hornhautrande an der vordern Fläche der *Descemet*'schen Haut (Fig. 354, *g*), als ein langgestrecktes Netzwerk feiner Fäserchen, wie feiner elastischer Fibrillen, wird dann allmählich stärker, bis am Hornhautrande selbst die *Descemet*'sche Haut in ihrer ganzen Dicke in ein Netz stärkerer Fasern, Blätter und Balken aufgelöst ist, welche zum Theil im ganzen Umfange der vordern Augenkammer mit vielen, frei durch dieselbe hindurchtretenden Fortsätzen, als *Lig. iridis pectinatum, Huck*, auf den vordern Rand der *Iris* sich umschlagen und mit den vordern Theilen dieser Haut verschmelzen, zum Theil in das *Lig. ciliare* oder besser den *Musculus ciliaris* übergehen, zum Theil endlich in der innern und auch der äussern Wand des *Schlemm*'schen Kanales sich verlieren (s. unten bei der *Uvea*). Mithin endet die *Descemet*'sche Haut nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, mit einem scharfen Rande, vielmehr geht dieselbe, so scheint es, wie es *Reichert* zuerst angab, ganz und gar in ein eigenthümliches Fasergewebe über. Ueber die Natur dieser Fasern sind die Ansichten sehr getheilt. Während nämlich *Reichert* dieselben zum Bindegewebe zählt und *Brücke* sie als eigenthümlich bezeichnet, erklärten *Luschka* dieselben für den von ihm sogenannten serösen Fasern (i. e. elastischem Gewebe) angehörig, *Bowman* (*Lectures* p. 21) und *Henle* (Jahresb. 1852. S. 20) für zum Theil elastische, zum Theil bindegewebige, und ich für eine Zwischenform zwischen diesen beiden Geweben. — Die Wahrheit ist die, dass diese Fasern da, wo sie an der *Membrana Descemeti* beginnen und in ihren Fortsetzungen zur Wand des *Schlemm*'schen Kanales und zum Ciliarmuskel durch ihre dunkleren Umrisse, mässige Stärke und gleichartiges Ansehen mehr an elastische Fasern sich anschliessen, während die auf die *Iris* sich fortsetzenden Theile durch ihre Breite (von 0,004 — 0,012‴), Blässe und ein häufig sehr deutlich ausgeprägtes streifiges Ansehen so sehr an Bindegewebe erinnern, dass ich dieselben früher (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 54) zum netzförmigen Bindegewebe rechnete. Ich muss jedoch, wie in der 1. Aufl. d. W., so auch jetzt noch, trotz der Behauptung *Henle*'s, dass das *Lig. iridis pectinatum* wirklich Bindegewebe sei, daran festhalten, dass diese Fasern beim Menschen durch ihre Starrheit, ihr Verhalten gegen Alkalien und Säuren, ihre Unlöslichkeit auch bei langem Kochen in Wasser vom Bindegewebe sich entfernen und ganz an die Elemente der *Zonula Zinnii* sich anschliessen, die *Henle* selbst nicht für gewöhnliches Bindegewebe hält. Nach meinen neueren Erfahrungen über Umwandlungen von Netzen von Bindegewebskörperchen in kernlose Fasernetze möchte ich glauben, dass auch die fraglichen Elemente nichts anderes als solche Bildungen sind, und dass an ihrer Stelle ursprünglich ein wirkliches Zellennetz sich findet. — Uebrigens will ich noch bemerken, dass bei Thieren diese Fasern zum Theil andere Eigenschaften besitzen, als beim Menschen. So finde ich beim Kaninchen an ihrer Stelle starke Bindegewebsbündel mit Bindegewebskörperchen, die spitz an der *Descemet*'schen Haut wurzeln und verbreitert im äussern Theile der *Iris* sich verlieren, bei Vögeln dagegen ganz entschiedenes elastisches Gewebe.

Das Epithel der *Demours*'schen Haut (Fig. 354, *e*), das beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden wird, ist eine einfache, 0,002

— 0,003‴ dicke Lage prächtiger, vieleckiger, 0,006—0,01‴ grosser Zellen, mit äusserst fein- und blasskörnigem Inhalte und runden Kernen von 0,003—0,005‴. Gegen den Rand der Hornhaut wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich vereinzelte Züge meist verlängerter, selbst spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des *Lig. pectinatum* und, die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der *Iris* fort, woselbst wieder eine vollständige Epitheliallage erscheint.

Die Hornhaut ist beim Erwachsenen fast ganz gefässlos, dagegen findet sich, wie *J. Müller* und *Henle* (*de membr. pupill.* p. 44) zuerst beobachteten, bei menschlichen und Schafembryonen in der *Conjunctiva corneae* ein reichliches Gefässnetz, welches jedoch nicht bis in die Mitte derselben sich zu erstrecken scheint. Gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt bildet sich dieses Netz, bei Thieren weniger, beim Menschen mehr, zurück, so dass man bei letzterem nur noch am Hornhautrande, in einem Saume von ½, höchstens 1‴ Breite, Blutgefässe trifft. Dieselben sind meist feine und feinste Capillaren von 0,002—0,004‴, welche eine oder mehrere Reihen von Bögen bilden und so enden, und liegen ebenfalls in der Bindehaut, die hier als eine nachweisbare Schicht noch etwas auf die Hornhaut sich erstreckt, um dann in die *Lamina elastica anterior* derselben auszulaufen. Bei Thieren finden sich diese oberflächlichen oder Bindehautgefässe ebenfalls, jedoch meist viel hübscher und weiter nach innen, manchmal bis zur Hälfte des Halbmessers und weiter sich erstreckend, ausserdem kommen aber auch noch in der Substanz der *Cornea* selbst tiefere, aus der *Sclerotica* stammende Capillaren vor, die meist die Nervenstämme begleiten, und entweder in ihnen selbst eine einzige oder einige wenige sehr langgestreckte Schlingen bilden, oder auch noch etwas über dieselben hinaus sich verbreiten und ohne Ausnahme mit Schlingen enden, deren feinste Gefässchen hier wie bei den oberflächlichen Capillaren kaum mehr als 0,002‴ messen. Beim Menschen sah ich diese die Nervenstämme begleitenden eigentlichen Hornhautgefässe ebenfalls, jedoch nicht so regelmässig und nie so entwickelt.



Fig. 356.

Von Lymphgefässen der Hornhaut ist nichts Zuverlässiges bekannt (vergl. auch *Arnold*, Anat. II. S. 988), doch habe ich seiner Zeit in der Hornhaut einer jungen Katze Gefässe gesehen (siehe Fig. 356), welche ich kaum für etwas Anderes als für Lymphgefässe halten kann. Am Hornhautrande befanden sich hier neben den sehr deutlichen und Blutkörperchen ent-

Fig. 356. Capillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa.* Stämme der farblosen Gefässe, *b.* blindes kolbiges Ende eines solchen, *c.* spitze Ausläufer, *d.* Schlingen derselben, *e.* Blutcapillaren. 250mal vergr.

haltenden Capillarschlingen blasse, viel weitere Gefässe (von 0,01 — 0,02''', selbst 0,03'''), welche entweder einzeln ebenso weit wie die Blutgefässe in die *Cornea* sich hineinerstreckten und kolbig angeschwollen oder spitz auslaufend endeten, oder zu zweien, dreien und mehr einfache Schlingen bildeten, von denen aus häufig ebenfalls noch blinde Fortsätze ausgingen. Trotz ihrer Weite besassen diese Gefässe eine zarte gleichartige Haut mit einzelnen anliegenden Kernen, und im Innern führten dieselben einen hellen Saft, in dem häufig einzelne, hie und da selbst sehr viele helle runde Zellen, ganz wie Lymphkörperchen, zu sehen waren. — Hätte ich diese Gefässe auch bei andern Thieren gefunden, so würde ich sie unbedingt für die Anfänge der Lymphgefässe der *Conjunctiva* erklären, so aber scheint es mir vorläufig gerathener, diese Deutung wohl als wahrscheinlich, aber nicht als gewiss hinzustellen. Ich habe nämlich, obschon bei der einen Katze die genannten Gefässe in beiden Hornhäuten sehr deutlich waren, so dass ich sie vielen Collegen, namentlich *Virchow* und *H. Müller*, zeigen konnte, doch seither weder bei alten und neugebornen Katzen, noch bei Hunden, Ochsen, Schafen, Schweinen, Kaninchen, etwas Bestimmtes von solchen blassen Gefässen sehen können. Nach mir hat jedoch auch *His* (S. 71) in einem Falle ähnliche Gefässe in einem Kalbsauge gefunden, die mit einer blasskörnigen, in Essigsäure und Kali sich nicht aufhellenden Masse erfüllt waren.

Die von *Schlemm* entdeckten Nerven der Hornhaut stammen von den *Nervuli ciliares*, dringen am vordern Umfange der *Sclerotica* (beim Kaninchen nach *Rahm* in der hintern Hälfte des *Bulbus*) in diese Haut ein, und treten dann aus ihr in die Faserlage der *Cornea*. Hier findet man dieselben am Rande leicht, beim Menschen als 24—36 (nach *Sämisch* 40—45) feinere und dickere Stämmchen, die jedoch 0,02''' kaum überschreiten. Was diese Nerven besonders auszeichnet, ist weniger ihre Verbreitungsweise, welche unter vielen Zweitheilungen und Verbindungen geschieht, so dass ein durch die ganze *Cornea* sich erstreckendes weites Nervennetz entsteht, als der Umstand, dass dieselben nur am Hornhautrande innerhalb eines nicht immer gleichbreiten Saumes von ½—1''' im Mittel noch dunkelrandige, jedoch feine (von 0,001 — 0,002''') Primitivröhren führen, im weitern Verlaufe jedoch nur marklose, vollkommen helle und durchsichtige Fasern von 0,0005 — 0,001''' höchstens enthalten, so dass sie den Weg der Lichtstrahlen auf jeden Fall nicht mehr als die andern Corneaelemente hemmen, was auch aus der Schwierigkeit ihrer Verfolgung unter dem Mikroskope hervorgeht. In den Stämmen dieser Nerven zeigen sich, obschon selten, Zweitheilungen der Primitivröhren, nie in dem von denselben gebildeten Netze, dessen Verhältnisse jedoch seiner Blässe wegen kaum vollkommen sicher sich erforschen lassen. Dasselbe liegt noch in der



Fig. 357.

Fig. 357. Nerven der Hornhaut des Kaninchens in ihren gröberen Verzweigungen. So weit die Stämme noch dunkel gezeichnet sind, haben sie dunkelrandige Primitivröhren.

eigentlichen Hornhaut, jedoch der vordern Fläche näher und scheint, da von freien Enden von Nervenfasern keine Spur zu sehen ist, in der That einzig und allein oder doch vorzugsweise aus netzförmig verbundenen feinsten Zweigchen und Nervenprimitivfasern zu bestehen (Mikr. Anat. II. 2. S. 628), womit auch *His* und *Sämisch* sich einverstanden erklären (siehe *His* l. c. Fig. 3 auf Tab. IV und *Sämisch* l. c. Taf. I. Fig. 1), ganz in der Art, wie es von mir von den Hautnerven der Maus beschrieben worden ist (siehe §. 40). Auch Kerne finden sich nicht selten an den Theilungs- und Verbindungsstellen des feinsten Netzes von Primitivfasern, wie *His* zuerst nachgewiesen und später *Sämisch* bestätigt hat.

Mit der von mir seit dem Jahre 1852 vorgetragenen Ansicht über den Bau der Faserlage der Hornhaut, welche im Wesentlichen die *Bowman's* ist, stimmt die so ziemlich überein, die *His* vertheidigt, nur dass dieser Forscher die platten Bündel als gleichartige, aber in bestimmten Richtungen spaltbare Intercellularsubstanz ansieht. Dagegen weicht dieselbe von der von *Henle* seit 1853 (Jahresb. für 1852) und seinem Schüler *Dornblüth* vorgebrachten wesentlich ab, die in der Hornhaut viele (an 300) dünne gleichartige Blätter von grösserer Ausdehnung annehmen. Zu den anderweitigen Thatsachen, die gegen diese letztere Auffassung sprechen, sind in der letzten Zeit auch die interessanten Untersuchungen von *His* über das Verhalten der Hornhaut gegen polarisirtes Licht gekommen, welche auch für den Ungläubigsten das Vorkommen von schmäleren, aber dickeren platten Bündeln ausser Zweifel stellen, und hat nun auch vor Kurzem ein Schüler *Henle's*, *Langhans*, obschon er den ebengenannten Versuchen von *His* die Beweiskraft abspricht, dergestalt abgeänderte Ansichten über den Bau der Hornhaut vorgetragen, dass seine Anschauung und die von mir vertheidigte kaum mehr von einander abweichen. *Langhans* (und *Henle*) gibt jetzt nicht nur zu, dass wie ich es immer dargestellt habe, die Hornhautblätter aus feinen Fibrillen bestehen, indem er diese nach Behandlung mit Chromsäure auch an ihren Querschnitten erkannt hat, sondern er findet auch, dass diese Fibrillen in kleinere Bündel zusammengefasst sind. Die Streitfrage dreht sich somit nur noch darum, ob diese kleineren Bündel ebene grössere Blätter, oder in der Richtung der Fläche und Dicke ein Netzwerk bilden, wie ich behaupte, eine Verschiedenheit, die auf jeden Fall nicht werth ist, dass man sich lange um sie streite. Immerhin will ich noch bemerken, dass die älteren und neueren Einspritzungsversuche der Hornhaut durch einen Einstich von *Bowman* bis auf *v. Recklinghausen* auch sehr entschieden gegen die Annahme eines einfach blätterigen Baues derselben sprechen, indem niemals grössere spaltenförmige Räume sich füllen. In Betreff der Hornhautkörperchen ist es ebenfalls erfreulich zu sehen, dass jetzt eine Verständigung sich anbahnt, indem *Langhans* diese Gebilde nun ganz im Sinne von *Virchow* und *His* auffasst und selbst für sich dargestellt hat. Ein vortreffliches Mittel, um diese Gebilde prachtvoll sichtbar zu machen, hat *His* entdeckt, und zwar die Behandlung mit verdünnten Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd. Bei Anwendung dieses Mittels erhält man zuerst Silberniederschläge in der Fasersubstanz der Hornhaut, so dass die Zellen als schöne helle Sterne sichtbar werden. Legt man nun eine solche Hornhaut in eine Kochsalzlösung, so wird die Grundsubstanz wieder hell, während das Silber im Innern der Zellen sich ablagert, und erhält man nun schwarze Sterne und Netze auf hellem Grunde. *His* hat mit Silber gefüllte Zellen auch für sich frei dargestellt und so von Neuem den Beweis geleistet, dass dieselben besondere und zwar mit Höhlungen versehene Körper sind.

Ueber die Lymphgefässe der Hornhaut herrscht immer noch viel Dunkel. *v. Recklinghausen* hat durch Einstich in die Hornhaut netzförmig verbundene Kanälchen (Saftkanälchen, *v. R.*) eingespritzt, welche Körperchen ohne Ausläufer einschlossen, die er als die Hornhautkörperchen bezeichnet. Diese Kanälchen liessen sich nicht für sich darstellen, standen aber mit verästelten Stämmen in Verbindung, von denen die stärksten am Hornhautrande dunkelrandige Nerven enthielten. Obschon nun von ihm nicht nachgewiesen wurde, dass diese stärkeren Kanäle Lymphgefässe waren, so geht doch aus dem Ganzen seiner Schrift hervor, dass er die feineren und gröberen von ihm ein-

gespritzten Bildungen in der Hornhaut dem Lymphgefässsysteme zurechnet. Ich halte ganz abgesehen von dem Irrthümlichen, das *v. R.* über die Hornhautkörperchen vorbringt, in welcher Beziehung §. 217 und *His* in Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. II. nachzusehen sind, diesen Schluss, um wenig zu sagen, für sehr gewagt, und bin der Ansicht, dass *v. R.* einfach künstlich erzeugte Lücken, ähnlich den *Bowman*'schen *Corneal tubes*, und vielleicht auch hie und da die Hornhautzellen eingespritzt hat. Ausserdem hat nun noch *Sämisch* in der Hornhaut der Maus, seltener bei der Ratte und sonst nur noch beim Kaninchen eigenthümliche Netze von schlauchartigen Gebilden gesehen, die möglicherweise Lymphgefässe waren. Diese Netze lagen in derselben Ebene wie die Endnetze der Nerven und erstreckten sich, ohne überall geschlossen zu sein, bis an den Rand der Hornhaut, ohne hier irgend eine Beziehung zu den Randcapillaren zu zeigen. Die einzelnen Schläuche, von denen die breitesten 0,015—0,021^{mm} betrugen, besassen eine deutliche Hülle und einen meist etwas schillernden krümligen Inhalt, der aber sehr unregelmässig vertheilt war, hie und da mit kernartigen Körperchen. Ausserdem zeigten die Wandungen dieser Schläuche häufig Ausbuchtungen, und waren die Durchmesser derselben sehr wechselnd, selten auf grössern Strecken gleich. Alles das würde nicht übel mit Lymphgefässen stimmen, allein *Sämisch* fand nun auch, dass da und dort Nerven wie an diese Schläuche treten und von ihnen abgehen, sowie dass auch die Knotenpunkte der Nervennetze manchmal mit denen der schlauchartigen Gebilde zusammenfallen, ohne dass sich über das Verhältniss der beiden Theile zu einander etwas Bestimmtes ermitteln liess. Obschon eher geneigt, die fraglichen Schläuche für Lymphgefässe zu halten, unterlässt es daher *Sämisch*, sich mit Bestimmtheit zu äussern, worin ich ihm nur beistimmen kann, doch will ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass es mir leicht möglich erscheint, dass die Nerven nur da und dort neben und mit den Schläuchen verliefen, und sonst nichts mit denselben zu thun hatten.

Ueber die Nerven der Hornhaut haben wir eine sorgfältige Untersuchung von *Sämisch*, die sich im Ganzen an die von mir und *His* anschliesst. *Sämisch* widerlegt die Behauptung von *W. Krause*, dass wir Blutgefässe für Nerven genommen hätten, und dass die wirklichen Hornhautnerven frei enden, ferner die Angabe von *J. Arnold*, dass das Endnetz in der *Lamina elastica anterior* seinen Sitz habe, endlich die Angabe von *Kühne*, dass die Nerven durch die ganze *Cornea* mit den Hornhautkörperchen zusammenhängen. In dem Endnetze der Nerven fand *Sämisch* nur in einem Theile der Knotenpunkte Kerne. Die meisten Fasern liessen sich als Bestandtheile des Endnetzes erkennen, doch kamen einige vor, die sich nicht bis zur Verbindung mit andern verfolgen liessen, und regelmässig zeigten sich einige von den Stämmen sich abzweigende Bündel, welche zu andern Stämmen zurückführten und so nur durch die Haut hindurchliefen, um anderswo zu enden. — In dem Theile der *Conjunctiva bulbi*, welche beim Menschen etwas über den obern und untern Hornhautrand sich erstreckt, fand *W. Krause* in den nach *Manz* hier vorkommenden unregelmässigen Bindegewebsleisten einzelne Endkolben, wie sie sonst in der *Conjunctiva* sich finden (Anat. Unters. S. 42).

Die Blutgefässe der *Conjunctiva corneae* Gesunder sind sehr spärlich, und halte ich, was *Römer* (*Ammon*'s Zeitschr. V. 21. Tab. I. Figg. 9, 11) und *Arnold* (*Icon. org. sens.* II. Fig. 6) abbilden, für Ausnahmsfälle, dagegen können bekanntermaassen bei Entzündungen dieselben so sich entwickeln, dass sie die ganze oder fast die ganze Hornhaut überziehen, in welchem Falle Wucherungen der Hornhautzellen zur Weiterbildung der Gefässe dienen, worüber das Nähere in der trefflichen Arbeit von *His* nachzusehen ist. Ebenso scheinen auch die eigentlichen Corneagefässe in solchen Fällen weiter ins Innere sich hinein zu bilden. Ueber die *Vasa serosa corneae* siehe §. 215 und meine Mikr. Anat. II. 2. S. 624 flgde. — Die Hornhaut ist, obschon nur am Rande gefässhaltig, doch mit Bezug auf ihre Ernährungsverhältnisse nicht ungünstig gestellt. Hornhautwunden heilen leicht zusammen, abgetragene Stücke des Epithels oder auch der Faserlage ersetzen sich, und Geschwüre füllen sich vom Grunde aus mit neuer Hornhautsubstanz. Fettablagerungen in ihrem Gewebe, besonders in ihren zelligen Körpern, erzeugen am Rande (vorzüglich oben, auch unten, oder selbst ringsherum) einen gelben Saum, den sogen. *Arcus senilis* (*Gerontoxon*). Bei allen pathologischen Veränderungen der *Cornea* spielen,

wie *His* sehr bestimmt nachgewiesen hat, die Hornhautzellen eine Hauptrolle vor Allem durch Vergrösserung unter reicher Bildung von Kernen oder endogenen Zellen, an welche dann weitere Umwandlungen sich anschliessen (*His* l. c. S. 73—140). — An der *Descemet*'schen Haut treten pathol. bes. Verdickungen auf mit Zunahme eigenthümlicher warziger Auswüchse, die in geringer Entwickelung sehr häufig auch bei sonst gesunden Augen an der Innenseite des Randes angetroffen werden (*H. Müller*).

§. 224.

Gefässhaut, *Tunica vasculosa* oder Traubenhaut, *Uvea*. Die zweite Haut des Augapfels ist eine stark gefärbte, an Gefässen sehr reiche Haut, welche in einen grössern hintern Abschnitt, die Aderhaut, *Chorioidea*, und in einen kleinern vordern, die Regenbogenhaut, *Iris*, zerfällt.

Die *Chorioidea* erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo sie eine ringförmige Lücke hat, jedoch mit dem Neurilem des Sehnerven zusammenhängt und als eine zarte siebförmige Lage (*Lamina cribrosa*) quer durch den Opticus hindurchzieht, als eine $^1/_{15}$ — $^1/_{30}$''' dicke, leicht zerreissbare Haut bis in die Gegend des vordern Randes der *Sclerotica*, bildet hier einen dickeren Theil, das *Corpus ciliare*, und setzt sich dann unmittelbar in die *Iris* fort. Ihre äussere Fläche hängt nicht nur durch grössere Gefässe und Nerven, sondern auch sonst ziemlich innig an der *Sclerotica* an, so dass beim Blosslegen der *Chorioidea* immer ein Theil der Haut, bald mehr, bald weniger, als ein zartes braunes Gewebe an der *Sclerotica* haften bleibt. Diess ist die sogenannte *Lamina fusca et Suprachorioidea*, welche von der Aderhaut zu trennen und als besondere Haut zu beschreiben kein Grund vorhanden ist, wenn auch in manchen Fällen einzelne Pigmentzellen, wie sie in ihr sich finden, bis zwischen das Bindegewebe der harten Haut sich hineinerstrecken. Die innere Fläche der *Chorioidea* ist glatt und an der *Ora serrata* sehr fest, sonst nur locker mit der *Retina* verbunden, vor der *Ora serrata* dagegen und namentlich an den *Processus ciliares* sehr innig mit der *Pars ciliaris retinae* und der *Hyaloidea* (der *Zonula Zinnii*) vereint, so dass sie nie rein von derselben zu lösen ist.

Die Aderhaut besteht wesentlich aus zwei Theilen, einer gefässreichen äusseren mächtigeren Schicht, der eigentlichen Aderhaut und einer innern deutlich gefärbten Lage, dem schwarzen Augenpigment, doch lässt sich die erstere noch in drei, freilich durchaus nicht scharf abgegrenzte Unterabtheilungen sondern, nämlich: 1) in eine äussere braune weiche Lage, welche die Ciliarnerven und langen Ciliargefässe trägt und vorn den *Musculus ciliaris* enthält, die äussere Pigmentschicht (*Lamina fusca et Suprachorioidea*), 2) in die minder gefärbte eigentliche Gefässlage, mit den grösseren Arterien und Venen, und 3) in eine farblose zarte, ein äusserst reiches Capillarnetz enthaltende innere Lage, die *Membrana choriocapillaris*, die jedoch nicht weiter als die *Ora serrata* nach vorn sich erstreckt. — Bezüglich auf die die eigentliche *Chorioidea* bildenden Gewebe, so findet sich hier, abgesehen von den allerdings einen sehr bedeutenden Theil derselben ausmachenden Gefässen und Nerven und von dem *Musculus ciliaris*, ein eigenthümliches Gewebe, das ich nach meinem jetzigen Standpunkte mit dem *Reticulum* der Balgdrüsen vergleiche und zur

einfachen Bindesubstanz stelle. In den äussern Theilen der Haut ist diese Grundlage *(Stroma)* von spindel- oder sternförmigen, sehr unregelmässigen, ganz blassen oder mehr weniger braun gefärbten, kernhaltigen Zellen, von 0,008—0,02''' Länge gebildet, welche mit kürzeren und längeren meist sehr zarten (bis zu 0,005'''), aber etwas starren und blassen Fortsätzen vielfach untereinander zusammenhängen und durch ihre grosse Menge ein häutiges lockeres Gewebe darstellen, das in vielem an feinfaserige elastische Hüllen erinnert. Diese Zellennetze, die ich den Netzen der Bindegewebskörperchen an die Seite stelle, gehen in den innern Lagen der *Chorioidea* und besonders in der *Membrana choriocapillaris* nach und nach in ein wenig und dann gar nicht mehr gefärbtes, gleichartiges, kernhaltiges Gewebe über, das durch seine geringe Veränderlichkeit in Säuren und Alkalien vom Bindegewebe sich unterscheidet, und dicht am schwarzen Pigmente mit einem zarten, 0,0006''' dicken, für sich darstellbaren glasartigen oder feinfaserigen Häutchen, das ich die elastische Lage der *Chorioidea* nennen will, endet.

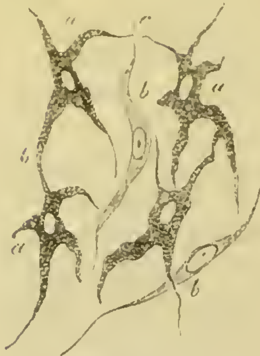


Fig. 358.

Ausser dem dichten Netze von Pigmentzellen enthält übrigens das *Stroma* der *Chorioidea*, wie ich schon in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 633 angab, auch eine gleichartige Zwischensubstanz, die ich jetzt als Bindesubstanz deute. So wird es denn begreiflich, dass bei Thieren die *Chorioidea* ächtes Bindegewebe enthalten kann (ich), welches nach *H. Müller* auch in der des Menschen nicht ganz fehlt. — Der letztgenannte Forscher hat in der Aderhaut des Menschen im Augengrunde auch glatte Muskeln aufgefunden, welche vorzüglich als schmale Seitenstreifen die Arterien begleiten, ausserdem aber auch hie und da zarte Geflechte zu bilden scheinen. Die elastische Lage überzieht nach *Bruch* und *H. Müller* auch die *Proc. ciliares*, und ha hier nach dem Letztern an ihrer innern Oberfläche eine Menge zum Theil zierlich angeordneter mikroskopischer Unebenheiten, die in ihrer Totalität das *Reticulum* des Ciliarkörpers *(H. Müller)* bilden.

Das von *Brücke* und *Bowman* fast gleichzeitig als wirklich muskulös erkannte *Ligamentum ciliare* der Anatomen oder der *Musculus ciliaris s. Tensor chorioideae* (Fig. 354, *k*) ist eine ziemlich dicke Schicht von glatten Muskelbündeln, welche in der Richtung der Meridiane des *Bulbus* vom vordersten Rande der *Sclerotica* auf das *Corpus ciliare* übergehen, und in der vordern Hälfte desselben da, wo innen die *Processus ciliares* sitzen, sich verlieren. Genauer bezeichnet entspringt der Ciliarmuskel da, wo die *Sclerotica* die Furche zur Bildung des *Schlemm*'schen Venensinus hat und zwar von einem besondern derbern glatten Streifen (Fig. 354, *l*), der, indem er die innere Wand des genannten Kanals bildet, mit der *Sclerotica* verschmilzt und auch zugleich einen Theil der Fasernetze, in welche die *Membr. Demoursii* ausläuft, aufnimmt, welche Fasern mit seinen ganz gleich beschaffenen, nur viel feineren, dichter verbundenen und kreisförmig verlaufenden Elementen völlig verschmelzen. Das Ende des *Musculus ciliaris* ist am angehefteten Theile

Fig. 358. Zellen aus dem *Stroma* der *Chorioidea*. *a*. Gefärbte Zellen, *b*. farblose spindelförmige, *c*. Verbindungen der erstern, 350mal vergr. Vom Menschen.

der *Processus ciliares*, jedoch nicht in diesen selbst, und was seine Elemente anlangt, so sind dieselben etwas kürzer (0,02''') und breiter (0,003–0,004''') als die gewöhnlichen Faserzellen, dazu fein gekörnt, zart und so vergänglich, dass sie beim Menschen nicht leicht darzustellen sind. In neuerer Zeit hat *H. Müller* am Ciliarmuskel eine besondere ringförmige Lage entdeckt, die ich den *Müller*'schen Ringmuskel nenne. Derselbe (Fig. 354, *k'*) bildet die tiefste vorderste Schicht des *Musculus ciliaris* nahe am Rande der *Iris* und hängt mit den geraden Fasern desselben theils durch Durchflechtung, theils durch Umbeugen der Fasern zusammen.

Das schwarze Pigment (Fig 354, *m*) kleidet als eine zusammenhängende rein zellige Schicht die innere Fläche der *Chorioidea* vollkommen aus, und besteht bis zur *Ora serrata* aus einer einzigen Lage schöner, fast regelmässig sechsseitiger, 0,006–0,008''' grosser, 0,004''' dicker, zierlich mosaikartig aneinander gefügter Zellen, in denen reichlich angehäufter braunschwarzer Farbstoff den Zellenkern meist nur als hellen Fleck im Innern erscheinen lässt, der jedoch, wie seitliche Ansichten lehren, in der äussern, an Pigmentzellen ärmern Hälfte der Zellen seinen Sitz hat. Von der *Ora serrata* an liegen die Pigmentzellen in mehreren, mindestens zwei Lagen, werden rundlich, kleiner und von Farbstoff ganz erfüllt, so dass selbst die Kerne kaum sichtbar sind. Alle Pigmentzellen sind sehr zartwandig und bersten äusserst leicht durch Druck; ihr Farbstoff besteht aus winzig kleinen, plattgedrückten, länglichrunden Körperchen von höchstens 0,0007''' Länge, welche zum Theil schon innerhalb der Zellen, noch schöner, wenn sie frei sind, Molecularbewegung in ausgezeichneter Weise darbieten. — In den Augen von Albinos fehlt der Farbstoff der *Chorioidea* ganz, eben so, wenigstens theilweise, in der Gegend des *Tapetum* der Thiere, doch sind an diesen beiden Orten die Zellen, die denselben sonst enthalten, da, nur vollkommen blass.

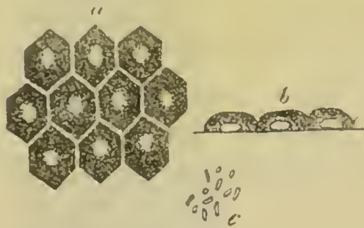


Fig. 359.

In der Regenbogenhaut findet sich abweichend von der *Chorioidea* auch wirkliches Bindegewebe, welches mit zarten lockigen Bündeln, die zum Theil in der Richtung der Breite, zum Theil, besonders am Ciliarrande, ringförmig verlaufen und mannichfach untereinander verflochten sind, die Hauptmasse des *Stroma* dieser Haut darstellt, und gegen die Oberfläche derselben zu einer mehr gleichartigen Lage sich gestaltet. In demselben finden sich eine grosse Zahl

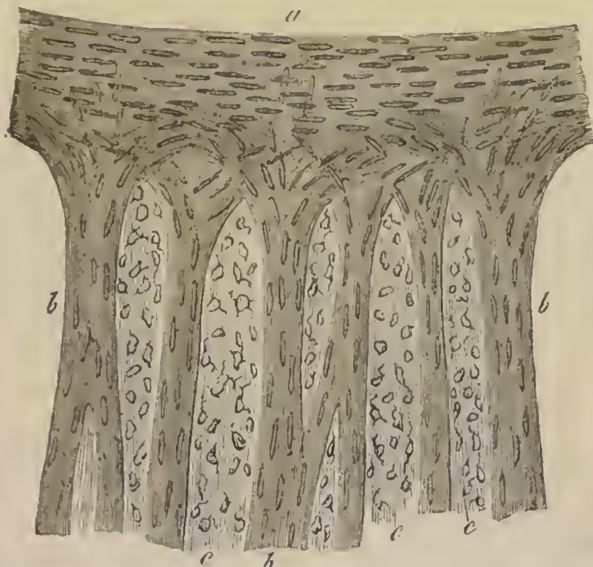


Fig. 360.

Fig. 359. Zellen des schwarzen Pigments des Menschen. *a.* Von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* Pigmentkörner.

Fig. 360. Ein Theil des *Sphincter* und *Dilatator pupillae* des weissen Kaninchens mit Essigsäure behandelt, 350mal vergr. *a. Sphincter*, *b.* Bündel des *Dilatator*, *c.* hellgewordenes Bindegewebe mit Saftzellen.

von meist spindel- und sternförmigen, seltner rundlichen, häufig pigmentirten Zellen (Bindegewebskörperchen), die zum Theil netzförmig sich verbinden, ausserdem auch einige wenige starre, blasse wie elastische Fasern, die als Ausläufer des *Lig. iridis pectinatum* oder der *Demours*'schen Haut über einen Theil der vordern Fläche bis zum *Annulus minor* sich erstrecken, endlich auch die glatten Muskelfasern der *Iris*, die genau von derselben Beschaffenheit sind, wie die der *Chorioidea*. Dieselben bilden beim Menschen einen sehr deutlichen Schliessmuskel der Pupille, *Sphincter pupillae*, in Form eines $^1/_4'''$ breiten, genau am Pupillarrande der *Iris* befindlichen und der hintern Fläche etwas näheren platten Ringes, der an einer blauen *Iris* nach Entfernung des hinteren Pigmentes mit und ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu erkennen ist, und auch in seine 0,02—0,03''' langen Elemente sich zerlegen lässt. Ausser diesem grössern Muskelringe finde ich in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen ganz schmalen, der vordern Irisfläche näheren Muskelring, von nur $^1/_{40}'''$ Breite. Den *Dilatator pupillae* habe ich noch nicht, wie *Brücke*, bis zum *Lig. pectinatum* und dem Rande der Glashaut der *Cornea* verfolgt, vielmehr schien mir derselbe in der Substanz der *Iris* am Ciliarrande zu beginnen. Derselbe besteht aus vielen schmalen Bündeln, die, weit entfernt eine zusammenhängende Haut zu bilden, jedes für sich und zwar mehr an der hintern Fläche der *Iris* zwischen den Gefässen nach innen verlaufen, und an den Rand des *Sphincter* sich ansetzen (Fig. 360).

Die *Iris* besitzt, abweichend von der *Chorioidea*, an der vordern und hintern Fläche eine Zellenlage. Die letztere, die sogenannte *Uvea*, oder das schwarze Pigment der *Iris* (Fig. 354, *n*), ist eine 0,008—0,01''' dicke Lage kleiner, dicht erfüllter Pigmentzellen, ähnlich denen des *Corpus ciliare*, mit denen sie auch ununterbrochen zusammenhängen, welche die ganze hintere Irisfläche überzieht und bis an den Rand des Sehloches sich erstreckt. An Falten der *Iris* erscheint die Pigmentlage an ihrer freien Fläche durch eine feine, aber scharf gezeichnete Linie begrenzt, welche von mehreren Anatomen als besondere Haut (*Membrana pigmenti Krause. Membr. limitans Pacini, Brücke, H. Müller, M. Jacobi Arnold*) beschrieben wurde, und auch in der That in alten Augen und bei Zusatz von Alkalien stellenweise von dem Pigmente sich abhebt. Da jedoch in solchen Fällen die Pigmentschicht immer einer scharfen Begrenzung ermangelt, und die Körner derselben blossgelegt sind und sich zerstreuen, so scheint mir diese Haut nichts als die vereinten äussern Zellwandungen der Pigmentzellen zu sein, welche, wie auch von andern Orten her (Darmzotten z. B.) bekannt ist, im Zusammenhange, scheinbar als eine besondere Haut, sich abheben. — Die Zellenlage der vordern Irisfläche ist ein einfaches Epithel mehr rundlicher und bedeutend abgeplatteter Zellen, die an der gefalteten *Iris* nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen. Besser noch erkennt man diese Lage nach Entfernung des hintern Pigmentes auf Flächenansichten, und dann durch Abschaben der vordern Irisfläche. — Die Farbe der *Iris* rührt im blauen Auge nur von dem durchschimmernden hintern Pigmente her, in gelbbräunlichen, braunen und schwarzen Augen dagegen von einem besonderen Irispigmente, das sehr unregelmässig vertheilt ist und so die besondern

Zeichnungen der vordern Fläche hervorbringt. Dasselbe sitzt einmal im *Stroma* selbst, und zwar vor Allem in den Saftzellen desselben, dann aber auch, wie mir scheint, frei zwischen den Fasern und Gefässen, und in den Faserzellen des *Sphincter pupillae*, endlich in der vordern Epithelialschicht, und besteht aus grössern oder kleinern gelben, goldgelben oder bräunlichen unregelmässigen Körnern, Klümpchen und Streifen, nie aus den regelmässigen Pigmentkörnchen des eigentlichen Augenpigments.

Die Gefässe der *Tunica vasculosa* sind äusserst zahlreich und verhalten sich in den verschiedenen Theilen derselben verschieden. Die *Chorioidea* erhält ihr Blut von den *Art. ciliares posteriores breves*, etwa 20 kleinen Arterien, welche im hintern Umfange des Augapfels näher oder ferner vom Sehnerven die *Sclerotica* durchbohren, gabelförmig sich spaltend in der mittleren oder Gefässschicht derselben nach vorn laufen und in dreierlei Aeste sich theilen, 1) äussere, welche, nachdem sie durch fortgesetzte Theilungen eine gewisse Feinheit erlangt haben, sofort in die *Venae vorticosae* übergehen; 2) innere, welche unmittelbar unter dem Pigmente in der sogenannten *Membrana choriocapillaris* oder *Ruyschiana* in ein Capillarnetz übergehen, und 3) vordere, die in das *Corpus ciliare* und die *Iris* sich fortsetzen. Das eben erwähnte Capillarnetz der innersten Lage der *Chorioidea*, das bei Thieren mit *Tapetum* innen an demselben liegt und leicht als besondere Haut sich darstellen lässt, was auch beim Menschen an eingespritzten und frischen Augen stellenweise gelingt, ist eines der zierlichsten und dichtesten, die es gibt, indem die Maschen desselben bei einer Weite der Gefässe von 0,004''' nur 0,002—0,005''' messen, und die Capillaren wie sternförmig von den grössern Gefässen ausgehen. Dasselbe reicht, wie schon erwähnt, nur bis zur *Ora serrata* und macht hier etwas gröberen Gefässgeflechten mit Gefässen von 0,004''' Platz, welche, von den vorderen Aesten der *Ciliares post. breves* ausgehend, die *Processus ciliares* bilden und so dicht sind, dass ausser den Gefässen und einer mehr gleichartigen, die Ciliarfortsätze stützenden Hülle kein anderes Gewebe in denselben da zu sein scheint. Von diesen verschiedenen Gegenden und vom Ciliarmuskel, der ebenfalls von den genannten Arterien einige Zweigchen erhält, fliesst das Blut ab vorzüglich durch die *Venae vorticosae*, welche auf den Arterien aufliegend zwei obere und zwei untere (auch wohl fünf und sechs) zierliche Gefässsterne oder Wirtel bilden, ferner im Grunde des Augapfels durch einige kleine *Venae ciliares posticae breves*, welche Venen alle in derselben Weise wie die Arterien die *Sclerotica* durchbohren.

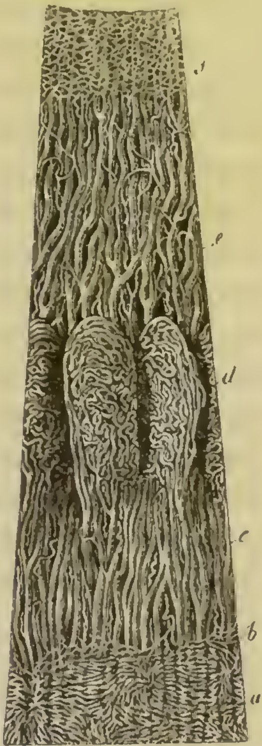


Fig. 361.

Die *Iris* erhält ihr Blut einmal von den Arterien der *Chorioidea* und dann von den *Art. ciliares post. longae* und den *Art. ciliares anticae.*

Fig. 361. Gefässe der *Chorioidea* und *Iris* eines Kindes, nach Arnold. Von innen angesehen, 10mal vergr. *a.* Capillarnetz des hintern Abschnittes der *Chorioidea* an der *Ora serrata b.* endend, *c.* Arterien der *Corona ciliaris*, die Ciliarfortsätze *d.* versorgend und z. Th. auf die *Iris e.* übergehend, *f.* Capillarnetz der Innenfläche des Pupillenrandes der *Iris*.

Die erstern dringen mit ihren vordern Aesten zum Theil zwischen den Ciliarfortsätzen unmittelbar in die *Iris*, zum Theil bilden sie, nachdem sie die Ciliarfortsätze versorgt haben, am Rande und vordern Ende derselben kleine Stämmchen, die ebenfalls zur *Iris* weiter gehen. Die *Ciliares longae*, zwei an der Zahl, durchbohren etwas vor den *breves* rechts und links die *Sclerotica*, laufen in der äussern Pigmentschicht der *Chorioidea* bis zum *Tensor chorioideae*, in welchem sie, jede in zwei Aeste gespalten und mit den *Ciliares anticae* vereint, welche 5—6 an der Zahl die *Sclerotica* durchbohren, oberflächlich im genannten Muskel einen unregelmässigen Arterienring, den *Circulus art. iridis major* erzeugen. Aus diesem gehen neben kleinen Gefässen aus ihm oder aus den ihn bildenden Gefässen für den Spannmuskel sehr viele in der Richtung der Halbmesser und geschlängelt in die *Iris* sich fortsetzende Aeste ab, welche mit den schon genannten Arterien aus der *Chorioidea* theils eine geringe Menge wirklicher Capillaren erzeugen, von denen namentlich eine Lage an der hintern Fläche des Pupillarrandes unter dem Pigmente sich befindet (*Arnold*), theils unter fortgesetzten Theilungen bis zum Pupillarrande verlaufen, wo sie als feine aber auch noch nicht capillare Stämmchen schlingenförmig in Venen umbiegen, nachdem sie in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen zweiten meist unregelmässigen *Circulus arteriosus minor* gebildet haben. Die Venen der *Iris* entspringen aus den genannten Arterien und Capillaren, verlaufen, abgesehen von häufigen queren Verbindungen, ebenfalls in der Richtung der Arterien und münden 1) mehr von der hintern Fläche der *Iris* in die *Vasa vorticosa*, 2) in die *Venae ciliares posticae longae*, und 3) nach *Arnold* und *Retzius* auch in den *Schlemm*'schen Kanal, einen zwischen dem vordersten Rande der *Chorioidea* und *Sclerotica* befindlichen engen ringförmigen Kanal (Fig. 354, *h*), aus dem dann die *Venulae ciliares anticae* durch die *Sclerotica* das Blut nach aussen leiten. Nach *Thiersch* ist jedoch der *Can. Schlemmii* keine natürliche Bildung.

Die Nerven der *Tunica vasculosa* sind ebenfalls recht zahlreich, allein vor Allem für den Ciliarmuskel und die *Iris* bestimmt. Es sind die *Nervuli ciliares*, die mit 15—18 Stämmchen die *Sclerotica* hinten durchbohren, dann in der äussern Lage der *Chorioidea* zum Theil in Furchen der *Sclerotica* nach vorn ziehen, und schon vor ihrem Eintritte in den Ciliarmuskel mehrfach gabelig sich spalten. In demselben lösen sie sich in ein reiches und dichtes Ringgeflecht (*Orbiculus gangliosus*) auf, aus dem theils viele Fäden für den genannten Muskel und die Hornhaut, theils die eigentlichen Irisnerven hervorgehen. Die letztern verlaufen mit den Blutgefässen unter zahlreichen Theilungen und namentlich im *Annulus minor* ge-

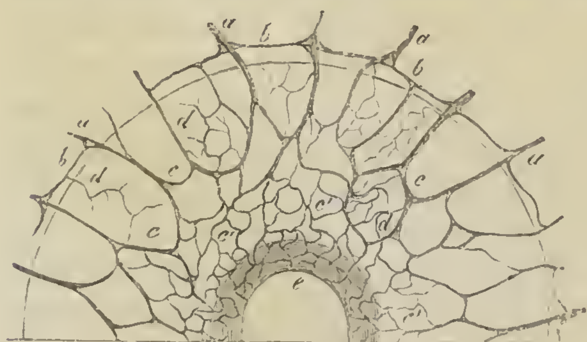


Fig. 362.

Fig. 362. Nerven der Irishälfte eines weissen Kaninchens, nach Behandlung mit Natron, 50mal vergr. *a. Nervuli ciliares*, *b.* Verbindungen derselben am Rande der *Iris*, *c.* stärkere bogenförmige Verbindungen derselben in der *Iris*, *c'.* feinere Netze derselben in den innern Theilen, *d.* Endigungen von einzelnen Nervenfäden in den äussern Theilen der *Iris*, *e. Sphincter pupillae*.

legenen Netzbildungen bis zum Pupillarrande, wo sie nach wiederholten Theilungen und Schlingenbildungen wahrscheinlich frei enden. Die Elemente aller dieser Nerven sind in den Stämmen mittelfeine und feine von 0,002—0,004''', und betragen in der *Iris* nur noch 0,001—0,002'''.

An den Zweigen des Nervenplexus im Ciliarmuskel fand *H. Müller* die schon von *Krause* dem Aeltern gesehenen Ganglienzellen wieder auf, die später auch *W. Krause* bestätigte. Nach den Erfahrungen von *Müller* messen diese Zellen 0,007—0,011''' und besitzen Fortsätze, deren Zahl einige Mal zwei, selbst drei zu sein schien, die jedoch nicht unzweifelhaft in dunkelrandige Nerven verfolgt werden konnten. — Auch in der *Chorioidea* des Menschen hat nun *H. Müller* Nerven mit Bestimmtheit nachgewiesen, in Betreff welcher ebenfalls schon ältere, aber zweifelhafte Angaben vorlagen. Nach *Müller* geben die Ciliarnerven in ihrem Verlaufe zum Ciliarmuskel eines oder mehrere Stämmchen ab, welche in die *Chorioidea* treten und in dieser theils mehr oberflächlich, theils tiefer zwischen den Chorioidealgefässen ein besonders in der hintern Hälfte des Auges nachweisbares zartes Netzwerk erzeugen, dessen Stämmchen theils dunkelrandige, theils blasse Primitivfasern enthalten und das höchst wahrscheinlich die Muskeln der *Chorioidea* und ihrer Gefässe versieht. In den Stämmchen der Ciliarnerven und in dem Netze selbst finden sich ebenfalls Ganglienzellen und kleine Ganglien, und lassen die Zellen hier mindestens Einen Fortsatz deutlich erkennen, während bei vielen ein zweiter höchst wahrscheinlich ist. Einmal sah *Müller* drei Fortsätze, einmal zwei verbundene Zellen und Eine Zelle mit zwei Kernen. *Schweigger*, der diese Ganglienzellen gemeinschaftlich mit *Müller* auffand, und *Sämisch* (l. c. S. 26 und Tab. II. Fig. 2, 3) haben die Nervennetze der *Chorioidea* bestätigt, und auch ich kann nach Ansicht der *Müller*'schen Präparate für dieselben einstehen.

Das *Stroma* der *Chorioidea* fasse ich als eine Bindesubstanz auf, deren zum Theil pigmentirte Zellen sehr zahlreich sind, und deren Grundsubstanz beim Menschen mehr gleichartig ist und chemisch mehr die Eigenschaften des elastischen Gewebes zu besitzen scheint, während dieselbe bei Thieren gewöhnliches Bindegewebe ist, welches jedoch nach *H. Müller* beim Menschen in der Nachbarschaft der Gefässe auch vorkommt. Im *Musculus ciliaris* findet sich nach *H. Müller* gewöhnliches Bindegewebe in grösserer Menge, und hier fand dieser Forscher auch eigenthümliche scheibenförmige Körper in demselben, in Betreff welcher Bildungen, die auch zweimal an den Gefässen der *Retina* in sehr sonderbarer Form als äussere Anhänge der Gefässe vorkamen, ich auf die betreffende Abhandlung verweise. —

An den dunkelrandigen Nervenfasern des Ciliargeflechtes fand *H. Müller* eigenthümliche Knötchen, von denen jedes wie einen in der Primitivfaser gelegenen zellenartigen Körper mit Kern zeigte. Aehnliche kernhaltige Anschwellungen beobachtete *Müller* auch an den blassen Fasern des Chorioidealnetzes in einem kranken Auge, und in Knotenpunkten des Netzes kamen zugleich zahlreiche Haufen von Kernen vor, was *M.* Gelegenheit gibt, die Frage aufzuwerfen, ob hier nicht vielleicht Neubildungen und Wucherungen von Ganglienzellen vorlagen. — Die erste Form der Anschwellungen im Ciliargeflechte beobachtete auch *W. Krause* (Anat. Unters. 93. Tab. II. Fig. 4) und erklärt er die Anschwellungen entschieden für Ganglienzellen, die er die »*Müller*'schen« nennt. Da die fraglichen Gebilde jedoch, wie *M.* und *K.* übereinstimmend fanden, nicht mit dem Axencylinder zusammenhängen, wie sonst die bipolaren Ganglienzellen im Verlaufe dunkelrandiger Fasern, so erscheint diese Deutung doch wohl vorläufig noch als etwas gewagt, und hat auch *M.* nicht bestimmt für dieselbe sich ausgesprochen. — Theilungen der Primitivfasern der *Tunica vasculosa* sind von mir in der *Iris* des Kanin-

chens, von *H. Müller* vielfach in der *Chorioidea* und im *Musculus ciliaris* des Menschen gesehen.

An den Arterien der *Chorioidea* liegen nach *Müller* die Muskelzellen der *Media* oft so, dass sie mit ihren kernhaltigen Theilen ohne Ausnahme die Seiten der Gefässe einnehmen, und nur mit ihren Enden die äusseren und inneren Flächen derselben bedecken, was auf den ersten Blick den Anschein gibt, als ob die *Muscularis* ganz fehlte. In den Wänden der Ciliararterien fand derselbe Forscher nicht selten knorpelzellenartige helle Zellen.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven geht nach *H. Müller* die innerste Schicht der *Chorioidea* in einen dünnen Ring von Fasern von der Art der elastischen über. Nach demselben Forscher finden sich in der *Lamina cribrosa* ausnahmsweise sternförmige Pigmentzellen vor, die selbst noch weiter hinein in den Anfang der Opticusausstrahlung sich hineinziehen können.— Die pathologischen Veränderungen der Gefässhaut haben *Donders* und vor Allem *H. Müller* (Arch. f. Ophthalm. 2, 2) untersucht. Am wichtigsten sind drusige Auswüchse, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, von der Glashaut der *Chorioidea* ausgehen, das Pigment verdrängen und einen Druck auf die Netzhaut ausüben, Bildungen, die *Donders* fälschlich für umgewandelte Pigmentzellen genommen hatte. Der *Müller*'sche Ringmuskel ist etwas nach *H. Müller* auch von *Rouget* beschrieben worden, und später hat ihn auch *Arlt* gesehen. *Van Reeken* dagegen hatte den Muskel übersehen, doch ist derselbe jetzt von einem andern Schüler von *Donders* bestätigt worden. *H. Müller* hat, gestützt auf die Auffindung des Muskels, auch eine neue und bessere Erklärung der Accomodation aufgestellt.

§. 225.

Nervenhaut, *Retina*. Die Nervenhaut ist die innerste der drei Häute des Augapfels und liegt der Gefässhaut dicht an, endet jedoch mit ihren ächt nervösen Elementen schon an der *Ora serrata* mit einem wellenförmigen Rande, *Margo undulato-dentatus s. Ora serrata retinae*, der einerseits mit der *Chorioidea*, andrerseits mit der *Hyaloidea* sehr innig zusammenhängt. Auf den Ciliartheil der *M. hyaloidea* setzt sich die *Retina* mit einer eigenthümlichen Zellenlage fort, die unten besprochen werden soll.

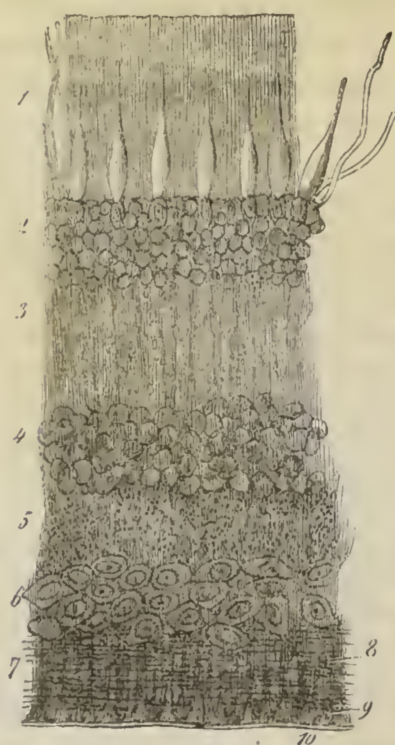


Fig. 363.

Die *Retina* ist eine zarte, frisch fast vollkommen durchsichtige und helle, im Tode weissliche und undurchsichtige Haut, welche an der Eintrittsstelle des Sehnerven zum Theil in unmittelbarem Zusammenhange mit demselben beginnt, anfangs die Dicke von 0,1''' besitzt, nach vorn zu jedoch bald auf 0,06''' sich verdünnt, bis sie schliesslich nahe an ihrem vorderen Rande nur noch 0,04''' beträgt und endlich ganz scharf ausläuft. Trotz dieser verschiedenen Dicke lassen sich doch überall von aussen nach innen folgende Schichten deutlich an ihr unterscheiden: 1) die Schicht der Stäbchen und Zapfen, 2) die Körner-

Fig. 363. Senkrechter Schnitt durch die menschliche *Retina*, 6''' vor dem Opticuseintritte, 350mal vergr. 1. Stäbchenschicht, 2. äussere Körnerschicht, 3. Zwischenkörnerschicht, 4. innere Körnerschicht, 5. feinkörnige graue Lage, 6. Lage von Nervenzellen, 7. Opticusfasern, 8. Radialfasern in derselben, 9. Enden dieser, 10. *Limitans*.

schicht, 3) die Lage von grauer Nervensubstanz, 4) die Ausbreitung des *Opticus*, und 5) die Begrenzungshaut, welche Schichten, mit Ausnahme der innersten überall gleich starken Lage, im Allgemeinen mit der Dicke der ganzen *Retina* nach vorn zu an Stärke abnehmen.

1) Die Schicht der Stäbchen und Zapfen, *Stratum bacillorum s. Membrana Jacobi* (Fig. 364, 1) ist eine sehr merkwürdige, aus unzähligen das Licht stark brechenden stäbchen- und zapfenförmigen Körperchen äusserst regelmässig zusammengesetzte Schicht. Dieselbe besteht aus zwei Elementen, den Stäbchen, *Bacilli*, und den Zapfen, *Coni*, welche zusammen eine einzige, im Grunde des Auges 0,036''', weiter vorn 0,030''', zu vorderst noch 0,028''' starke Lage bilden (nach *H. Müller* beträgt die Dicke derselben 0,04 — 0,06^{mm}) und im Allgemeinen so angeordnet sind, dass die Zapfen mit ihren dickeren Theilen die innere Hälfte der Lage einnehmen, so dass dieselben bei nicht vollkommener Untersuchung eine innere, besondere schmälere, zwischen den innern Enden der Stäbchen gelegene Schicht auszumachen scheinen. Nach innen endet diese Lage durch eine ziemlich scharfe Linie, die Begrenzungslinie der Stäbchenschicht (*Membrana limitans externa*, *M. Schultze*), die wie von vielen aneinander stossenden kleinen seitlichen Vorsprüngen ihrer Elemente herrührt und in der That nichts anderes als die äussere Grenzschicht der Bindesubstanz der *Retina* ist.

Fig. 364.

Die Stäbchen (Fig. 364, 2) sind beim Menschen cylindrische, schmale, lange Körperchen, die in der ganzen Dicke der Stäbchenschicht überall dieselbe Breite besitzen und am innern Ende mit einem dünnen Ausläufer oder dem *Müller*'schen Faden in die inneren Retinalagen sich fortsetzen. Jedes Stäbchen ist ein 0,028 — 0,036''' langer, 0,0008''' breiter Cylinder, der am äussern Ende quer abgestutzt ist, während das innere Ende in der Höhe der Begrenzungslinie der Stäbchenschicht in eine kurze, 0,002 — 0,003''' lange Spitze ausläuft, welche häufig durch eine zarte quere Linie von dem übrigen Stäbchen abgesetzt ist, und schon zum Ausläufer des Stäbchens gerechnet werden muss. Diese Spitze verlängert sich unmittelbar in einen äusserst zarten, nur 0,0002—0,0003''' starken Faden von überall gleicher Breite, der in

Fig. 364. Elemente der Stäbchenlage im Zusammenhange mit den *Müller*'schen Fäden, vom Menschen, 350mal vergr. 1. Zapfen, *a.* dickerer Theil des Zapfens oder eig. Zapfen, *b.* Stäbchen auf demselben, das eine länger, *c.* ringförmiges Leistchen am innern Ende des Zapfens (*Membrana limitans externa*), *d.* kerntragende Anschwellung (Zellenkörper) desselben, bereits in der äussern Körnerlage, *e.* *Müller*'scher Faden, in welchen dieselbe sich fortsetzt. 2. Stäbchen, *a.* Stäbchen, *b.* Querleistchen am innern Ende derselben, *c.* Anfang der *Müller*'schen Fäden, *d.* Körner der äussern Körnerlage, eines am Stäbchen dicht ansitzend, *e.* *Müller*'sche Fäden in der Zwischenkörnerschicht, *f.* ein inneres Korn mit einem seitlichen Ausläufer. 3. Ein inneres Korn; *a.* mit drei Ausläufern, von denen der äussere sich verästelt und mehrere äussere Körner *b.* und Stäbchen trägt, von denen nur eines *c.* gezeichnet ist.

später zu beschreibender Weise mit den Körnern der äussern Körnerschicht sich verbindet. — Die Substanz der Stäbchen ist hell, gleichartig, mit schwachem Fettglanze, sehr weich und biegsam und dabei leicht brechend, so dass dieselben nur in frischen Augen in ihrer wahren Länge erkannt werden. Ihre Zartheit ist so gross, dass sie schon durch Wasser die mannichfachsten Veränderungen erleiden, oft bis zum Unkenntlichwerden, wie verschiedentlich hakenförmig sich krümmen, zusammenbiegen, einrollen, kräuseln, in zwei oder mehr Stücke brechen und helle Tropfen austreten lassen, die man oft in ungeheurer Menge, zum Theil von den Stäbchen, zum Theil von den geborstenen Pigmentzellen der *Chorioidea* stammend, an der äussern Seite der *Retina* findet. Eine der gewöhnlichsten Veränderungen ist auch die, dass die Spitze, wenn sie nicht abfällt, was sehr häufig der Fall ist, sich aufbläht, lanzettförmig wird und selbst zu einer Kugel sich gestaltet, an welcher dann oft noch der verschieden lange Faden sitzt, wozu dann häufig noch eine hakenförmige Umbiegung oder ein leichtes Anschwellen des stumpfen Endes des Stäbchens kommt. Wie *H. Müller* zuerst gezeigt hat, lassen sich an den Stäbchen manchmal noch ein äusserer und ein innerer Abschnitt unterscheiden, von denen der letztere etwas längere ganz schwach körnig aussieht und ersterer, wie es scheint, leichter zerstörbar ist, doch ist wohl noch nicht mit Sicherheit entschieden, ob eine solche Verschiedenheit auch im Leben besteht, obschon einige neuere Beobachter diess annehmen *(Braun, Krause)*. Von Reagentien werden die Stäbchen fast ohne Ausnahme sehr angegriffen, vor Allem die Stäbchen selbst, die trotz ihrer grösseren Breite doch minder Widerstand leisten, als die Fäden. Aether und Alkohol machen dieselben zusammenschrumpfen und runzelig, oft unkenntlich, lösen sie aber nicht, ebensowenig kochendes Wasser. In Essigsäure von 10 pCt. verkürzen sich dieselben augenblicklich sehr stark, blähen sich an mehreren Orten auf und zerfallen in helle Tröpfchen, die anfänglich noch Widerstand leisten, später dagegen verschwinden (die Stäbchen der Frösche quellen in Essigsäure um das Zwei- bis Dreifache auf und rollen sich meist ein). Starke Essigsäure löst sie in kurzer Zeit, ebenso Alkalien und Mineralsäuren, wogegen verdünnte Chromsäure sie, wenn auch etwas geschrumpft, doch noch am besten erhält. Durch gesättigte Zuckerlösung und SO_3 werden sie roth, durch NO_5 und KO gelblich. — Alles zusammengenommen wird es wohl erlaubt sein, die Hauptmasse der Stäbchen als eine Proteinverbindung anzusehen und dieselben als zarte Röhren mit zähem eiweissartigem Inhalte zu betrachten. Ob in diesem noch ein mittlerer Faden, ähnlich einem Axencylinder sich findet, wie *Ritter* annehmen zu dürfen glaubt, verdient noch weiter untersucht zu werden.

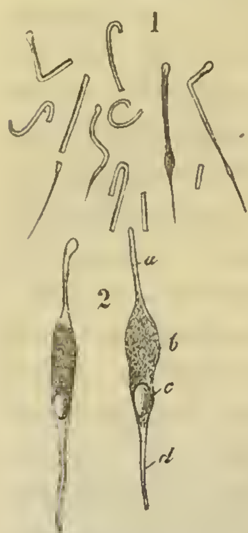


Fig. 365.

Fig. 365. Veränderte Elemente der Stäbchenlage des Menschen. 1. Von ihren Fäden abgerissene Stäbchen in verschiedenen Zuständen der Knickung, Biegung, Varicositätenbildung, zum Theil auch gebrochen. 2. Zwei Zapfen durch Chromsäure angeschwollen mit körnigem Inhalte und glänzendem *Nucleus*, der eine mit einem verkürzten, der andere mit einem am Ende angeschwollenen Stäbchen. *a.* Stäbchen, *b.* Zapfen, *c.* Kern, *d.* *Müller*'sche Fäden, abgerissen. 350mal vergr.

Die Zapfen, *Coni* (Fig. 365, 1), sind etwas kürzere Stäbchen, die an ihrem innern Ende mit einem zapfen- oder birnförmigen Körper versehen sind, der bei einer der halben Dicke der Stäbchenschicht gleichkommenden Länge (von 0,007—0,015''') die Breite von 0,0020 — 0,0030''' (0,004mm *H. Müller*) besitzt. Ein jeder dieser Zapfen besteht frisch aus einer fast gleichartigen oder äusserst feinkörnigen, leicht glänzenden Substanz, welche, abgesehen davon, dass sie heller ist, an die der Stäbchen erinnert und sich auch fast so leicht verändert, namentlich gern aufquillt. Die Stäbchen aussen an den Zapfen, oder die Zapfenstäbchen, reichen manchmal ebenso weit nach aussen, wie die freien Stäbchen, andere Male enden sie schon früher, und sind zu äusserst ebenfalls quer abgestutzt. Ihnen gegenüber setzen die Zapfen mit einer leichten Einschnürung in eine 0,003''' lange birnförmige Anschwellung mit einem Zellenkerne, das Zapfenkorn, sich fort, die schon in der äussern Körnerschicht liegt und durch einen feinen Faden, ähnlich den an den Stäbchen befindlichen, mit den innern Retinatheilen sich vereint.

Die Stellung der Stäbchen und Zapfen ist so, dass dieselben alle dicht nebeneinander wie Pfähle senkrecht auf der *Retina* stehen und mithin das eine Ende nach aussen gegen die Pigmentzellen der *Chorioidea*, an denen sie ziemlich fest anhaften, das andere gegen die Körnerschicht zuwenden. Die Zapfen bilden in der Nähe des gelben Fleckes, dessen besonderer Bau unten besprochen werden wird, eine fast zusammenhängende Lage (Fig. 366, 2), so dass die Stäbchen nur in einfachen Reihen zwischen denselben stehen, weiter nach vorn rücken dieselben jedoch auseinander, so dass sie zuerst um 0,002 — 0,003''', in den vordern Theilen der *Retina* selbst um 0,004 — 0,005''' von einander abstehen (Fig. 366, 3) und mehr Stäbchen zwischen denselben Platz haben. Von aussen betrachtet zeigt die Stäbchenschicht, wenn die äusserste Oberfläche eingestellt ist, näher oder ferner stehende rundliche, von einer hellen Verbindungssubstanz, die auch sonst zwischen den Elementen dieser Schicht sich findet (beim Pferde bildet diese Substanz eine Art Haut, *H. Müller*), erfüllte Lücken, entsprechend den Zapfen, in denen ein dunkler kleiner Kreis, die Endfläche oder der scheinbare Querschnitt des an den Zapfen sitzenden Stäbchen erscheint, und ringsherum in einfachen, doppelten oder mehrfachen, netzförmig verbundenen Zügen die mosaikartig, dicht aneinander gedrängten Endflächen der eigentlichen Stäbchen (Fig. 366).



Fig. 366.

2) Die Körnerschicht, *Stratum granulosum* (Fig. 363, 3), besteht aus hellen, in Wasser dunkel werdenden und das Licht ziemlich stark zurückwerfenden feinkörnigen Körpern von runder oder ovaler Gestalt, und 0,002 — 0,004''' Grösse, welche bald wie freie Kerne, bald wie kleine, von grossen Kernen fast ganz erfüllte Zellen sich ausnehmen, jedoch meinen Erfahrungen zufolge alle der letzten Art sein möchten. Ich finde nämlich be-

Fig. 366. Stäbchenschicht von aussen. 1. Vom gelben Flecke (nur Zapfen), 2. von der Grenze desselben, 3. aus der Gegend des Aequators der *Retina*. *a*. Zapfen oder denselben entsprechende Lücken, *b*. Stäbchen der Zapfen, deren Endfläche manchmal etwas tiefer steht, als die eigentlichen Stäbchen *c*. 350mal vergr.

sonders an Chromsäurepräparaten, dass von jedem Korne regelmässig nach beiden Seiten sehr feine, 0,0002—0,0003‴ starke Fäden abtreten, welche in vielen Fällen deutlich von einem blassen Umrisse desselben ausgehen, so dass das Ganze im Kleinen einer bipolaren Ganglienzelle sehr ähnlich ist. Beim Menschen liegen die Körner überall in zwei Lagen, einer äusseren stärkeren von 0,018—0,026‴ (2) und einer innern schwächern (4) von 0,012—0,026‴, welche durch eine helle, 0,010—0,039‴ mächtige, feinkörnige und senkrecht streifige Lage, die Zwischenkörnerschicht (3), von einander gesondert sind. Die äussere Körnerschicht besteht aus den eigentlichen äussern Körnern (Fig. 364, 2 *d*), die mit den fadigen Ausläufern der Stäbchen zusammenhängen oder den Stäbchenkörnern und aus den oben beschriebenen Zapfenkörnern (Fig. 364, 1 *d*). Die Körner der innern Schicht sind zum Theil um ein Unmerkliches grösser, als die der äussern Lage, und in ihren Beziehungen zu den übrigen Theilen der *Retina* noch nicht mit Sicherheit erkannt (siehe unten).

3) Die Lage grauer Hirnsubstanz (Fig. 363, 5) ist gegen die Körnerschicht ziemlich scharf abgegrenzt, weniger gegen die Lage der Opticusfasern, zwischen deren Elemente dieselbe sich mehr oder weniger hineinzieht. Dieselbe besteht überall 1) aus einer äussern feinkörnigen und feinfaserigen Lage (der Lage grauer Nervenfasern von *Pacini*), und 2) einer innern Schicht von multipolaren Nervenzellen. Die letztern, ganz von der Beschaffenheit derjenigen des Gehirns, nur heller, schwanken zwischen 0,004 und 0,016‴, und sind meist birnförmig oder rundlich, auch wohl in 3–5 Ecken ausgezogen und besitzen alle 2—6 und mehr von *Bowman* zuerst beobachtete (s. *Lectures on the eye*, p. 125), lange blasse verästelte Fortsätze, ähnlich denen der centralen Nervenzellen. In allen Fällen, wo diese Nervenzellen an senkrechten Schnitten deutlich sind, gehen 1—2 Fortsätze derselben nach aussen ab und verlieren sich in der innern Körnerlage (siehe unten), während die andern wagerecht verlaufen und zum Theil in ächte, varicöse Opticusfasern sich fortsetzen (*Corti*, *Remak*, ich, *H. Müller*), zum Theil entferntere Nervenzellen verbinden (*Corti* beim Elephanten), was ich durch einen Fall für den Menschen bestätigen kann (Fig. 368). Die Kerne dieser Nervenzellen, die gegen Reagentien wie die der Zellen des Gehirns sich verhalten, messen 0,003—0,005‴ und haben meist einen ganz deutlichen *Nucleolus*. Die fein-



Fig. 367.



Fig. 368.

Fig. 367. Zwei Nervenzellen des Menschen, 350mal vergr. Die kleinere mit zwei Fortsätzen nach aussen und nur einer entspringenden varicösen Nervenfaser, die andere mit einem sich theilenden Fortsatze, der in drei Nervenfasern übergeht und zwei abgerissenen solchen.

Fig. 368. Drei sich verbindende Nervenzellen aus der *Retina* des Menschen, 350mal vergrössert.

körnige Lage grauer Substanz besteht neben einer feinkörnigen Grundsubstanz ganz und gar einmal aus den äussern Ausläufern der Nervenzellen, und zweitens aus den Fortsetzungen der der Bindesubstanz der *Retina* angehörenden Radialfasern (siehe unten). Dieselbe misst 0,015 — 0,026''', während die Nervenzellen am gelben Flecke eine Lage von 0,045–0,052''' bilden, und von da nach vorn zu immer mehr abnehmen, bis sie schliesslich nur noch ganz vereinzelt sich finden.

4) Nach innen von der genannten Schicht folgt die Ausbreitung des *Opticus*. (7). Dieser Nerv verhält sich vom *Chiasma* an bis zum Auge wie ein gewöhnlicher Nerv, und bilden seine 0,0005 — 0,002''' starken, sehr zu Varicositäten geneigten dunkelrandigen Fasern vieleckige, von gewöhnlichem Neurilem umfasste Bündel von 0,048 — 0,064''' Dicke. Am Auge angelangt, verliert sich die Scheide des Sehnerven in der *Sclerotica*, welche eine von aussen nach innen sich verengernde trichterförmige Oeffnung zum Durchtritte des Nerven hat, und ebenso endet auch das innere Neurilem in der Ebene der innern Oberfläche der genannten Haut und der *Chorioidea*, allwo es mit der obengenannten *Lamina cribrosa* zusammenhängt, so dass die Nervenröhren des *Opticus* allein für sich ohne ihre bindegewebigen Hüllen in das Innere des Auges treten. Innerhalb des Kanales der *Sclerotica* und bis zu der leichten Erhebung, dem *Colliculus nervi optici*, mit welcher derselbe an der innern Oberfläche der *Retina* vortritt, ist der *Opticus* noch weiss und mit dunkelrandigen Röhren versehen, von da an werden dagegen seine Elemente beim Menschen und bei vielen Thieren ganz hell, gelblich oder graulich durchscheinend, wie die feinsten Röhren in den Centralorganen, und messen durchschnittlich nicht mehr als 0,0006—0,0008''', während nicht wenige nur 0,0002 — 0,0004''' betragen, einzelne allerdings auch bis zu 0,001, 0,0015 selbt 0,002''' heraufgehen. Was sie vor andern blassen Nervenendigungen auszeichnet, ist der Mangel von Kernen in ihrem Verlaufe, ein

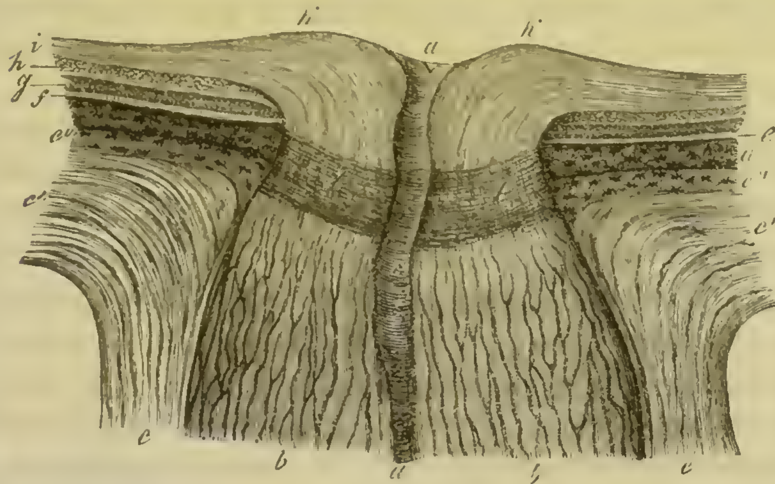


Fig. 369.

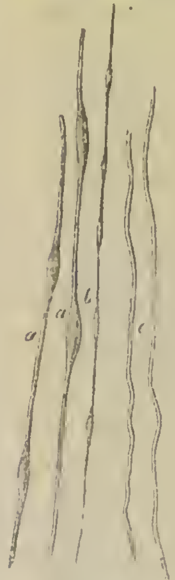


Fig. 370.

Fig. 369. Senkrechter Schnitt durch die Eintrittsstelle des *Opticus*. Nach einem Chromsäurepräparate. Etwa 12mal vergr., vom Menschen. *a. Art. centr. retinae*, *b.* Nervenbündel des *Opticus* mit Neurilem, *c. Vagina nervi optici*, übergehend in *c'. Sclerotica*, *c''.* pigmentirte innerste Lage der *Sclerotica*, *d. Chorioidea*, *e. Pigm. nigrum*, *f.* Stäbchen, *g.* beide Körnerlagen, *h.* Lage grauer Nervensubstanz, *i.* sog. *Collic. nervi optici*, an einem solchen Präparate sehr deutlich, *l. Lamina cribr.* (Nach Ecker's *Icon. phys.*, Retinatafel.)

Fig. 370. Elemente der Opticusausbreitung des Menschen, 350mal vergr. *a.* Gröbere Nervenröhren mit Varicositäten, *b.* eine feinere solche, *c.* wellenförmige blasse Fasern ohne Varicositäten, die wahrscheinlich zu den Radialfasern gehören.

etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und das in der Leiche beständige Vorkommen von Varicositäten, welche zwei letztern Umstände, wenn auch nicht gerade auf ein Nervenmark, wie in gewöhnlichen Nerven, doch wenigstens auf einen theilweise halbflüssigen und vielleicht noch etwas fetthaltigen Inhalt schliessen lassen, und die Nervenfasern der *Retina* den zartesten Elementen des Gehirns an die Seite stellen. Axenfasern habe ich an den Retinafasern noch nicht darzustellen vermocht, dagegen glaube ich an den häufig geborstenen grösseren Varicositäten eine Hülle unterschieden zu haben. Auf jeden Fall bestehen die Retinafasern nicht bloss, auch nicht einmal vorwiegend, aus gewöhnlichem Nervenmarke, denn wenn man dieselben auch noch so eindringlich mit Aether behandelt, so bleiben sie zwar schmäler, aber deutlicher und dunkler als früher zurück. So behandelte Fasern quellen in kalter Essigsäure wieder auf und lösen sich in Alkalien, bestehen mithin wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus stickstoffhaltiger Substanz. Nach *Bowman* und *M. Schultze* sind die Retinafasern nichts als Axencylinder, welche Auffassung der letztere Forscher auch noch dadurch unterstützt, dass er nachweist, dass Axencylinder an gewissen Nerven, wie am *Acusticus* des Hechtes, auch Varicositäten darbieten.

Den Verlauf der Nervenfasern in der *Retina* anlangend, so ist so viel sicher, dass dieselben vom *Colliculus nervi optici* aus gleichmässig nach allen Seiten ausstrahlen und eine zusammenhängende hautartige Ausbreitung bilden, welche bis zur *Ora serrata retinae* sich erstreckt und nur in der Gegend des gelben Fleckes eine grössere Unterbrechung zeigt. In dieser eigentlichen Nervenhaut sind die Nervenfasern zu grösseren und kleineren, meist 0,01—0,012''' breiten, seitlich leicht abgeplatteten Bündeln zusammengefasst, welche entweder unter sehr spitzen Winkeln miteinander sich verbinden oder auf lange Strecken nebeneinander verlaufen. Am gelben Flecke geht nur ein kleiner Theil Opticusfasern in geradem Verlaufe gegen das innere Ende desselben, während der andere viel grössere um den seitlichen Theil desselben zu erreichen, je weiter nach vorn um so grössere Bogen beschreibt. Alle diese Fasern verlieren sich am Flecke selbst in der Tiefe zwischen seinen Nervenzellen, so dass derselbe keine oberflächliche Lage von Opticusfasern hat, und entspringen höchst wahrscheinlich von den Fortsätzen seiner Zellen (*Remak*). An der äusseren Seite



Fig. 371.

Fig. 371. Ansicht des Faserverlaufes im Grunde des Auges. *a.* Eintrittsstelle des *Opticus*, *b.* gelber Fleck, *c.* bogenförmige Fasern an den Seiten desselben, *d.* bogenförmig gegeneinander tretende Fasern nach aussen vom Flecke, *ee.* nach andern Richtungen gerade ausstrahlende Fasern. Die Punktirung zwischen den Opticusfasern deutet die in regelmässigen Reihen stehenden Enden der Radialfasern an.

des gelben Fleckes strecken sich die Fasern nach und nach, so jedoch, dass sie anfangs noch eine Strecke weit bogenförmig gegen einander sich zuneigen und durch einen helleren, in der Verlängerung des gelben Fleckes liegenden Streifen getrennt sind, bis sie zuletzt wieder alle einen geraden Lauf annehmen. Was die Endigungen dieser Nerven anlangt, so wird es nach den neuesten Untersuchungen mehr als wahrscheinlich, dass dieselben alle in die Ausläufer der Nervenzellen der *Retina* übergehen, ein Verhalten, das den physiologischen Verhältnissen zufolge besser so bezeichnet wird, dass dieselben von diesen Zellen ihren Ursprung nehmen. Die Dicke der Opticuslage beträgt neben dem Opticuseintritte 0,090‴, 4–6‴ nach vorn 0,028–0,036‴, am Rande der *Macula lutea* über 0,002‴, im Grunde des Auges 0,036‴, 2‴ nach aussen vom gelben Flecke 0,006—0,008‴, unfern der *Ora serrata*, 0,002‴.

5) Die Begrenzungshaut, *Membrana limitans* (Fig. 363, 10), ist ein zartes, mit der Bindesubstanz der *Retina* innig vereinigtes Häutchen von höchstens 0,0005‴ Breite, welches beim Zerzupfen der *Retina* und bei Anwendung von Reagentien manchmal in grösseren Fetzen sich ablöst und dann als vollkommen gleichartig sich ergibt. Dieselbe widersteht Säuren und Alkalien lange und schliesst sich auch sonst eng an die sogenannten Glashäute, wie die Linsencapsel, an.

Der gelbe Fleck ist eine 1,44‴ lange, 0,36‴ breite elliptische Stelle der Netzhaut von gelber oder goldgelber Farbe, deren inneres Ende 1,0—1,2‴ von der Mitte des Opticuseintrittes absteht, und fast in der Mitte, jedoch dem innern Ende etwas näher, eine verdünnte farblose, grubenartig vertiefte Stelle von 0,08—0,1‴, die *Fovea centralis*, besitzt. Die Falte, sogenannte *Plica centralis retinae*, welche viele Forscher an der gelbgefärbten Stelle annehmen, ist, wie *Virchow* und ich in Uebereinstimmung mit Andern, an den Augen eines Hingerichteten fanden, in frischen Augen nicht vorhanden, wohl aber die gelbe Farbe, die von einem alle Retinatheile, mit Ausnahme der Stäbchenschicht, tränkenden Farbstoffe herrührt, der in Alkohol und Wasser in einigen Tagen erblasst. Bezüglich auf den Bau des gelben Fleckes, so fehlt demselben eine zusammenhängende Schicht und überhaupt eine oberflächliche Lage von Nervenfasern ganz, und stösst die Schicht von Nervenzellen, die wie ein Pflasterepithel eine dicht neben der andern liegen und in vielen Lagen sich decken, unmittelbar an die *Membrana limitans*. Zwischen diesen Zellen, die auch in der *Fovea centralis* nicht ganz fehlen, wie *Bergmann* angibt, sondern nur eine dünnere Lage bilden (*H. Müller* fand hier nur drei Zellenschichten übereinander) verlaufen jedoch ebenfalls von dem Umkreise der *Macula* eintretende Nerven-

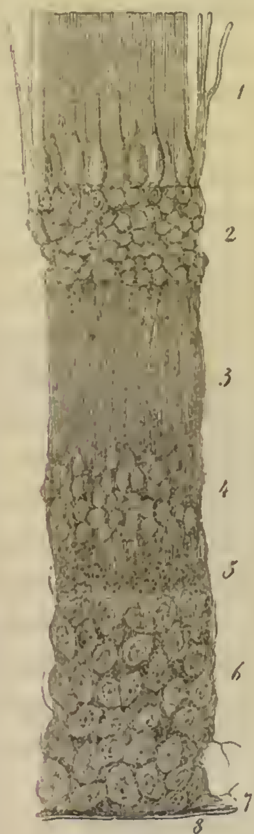


Fig. 372.

Fig. 372. Senkrechter Schnitt der *Retina* nahe am gelben Flecke, 350mal vergr. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. Lage grauer Nervensubstanz, 6. Nervenzellen, 7. Lage von Opticusfasern, 8 *Limitans*. (Nach der Retinatafel von *Müller* und mir in *Ecker's Icon. phys.*)

fasern, und verlieren sich in demselben wohl unzweifelhaft an den Nervenzellen. Die feinkörnige Lage grauer Nervensubstanz (*Pacini's fibre griggie*) findet sich an den äusseren Theilen des gelben Fleckes, fehlt jedoch in der Mitte der *Fovea centralis* an einer kleinen Stelle. Die beiden Körnerlagen und die Zwischenkörnerschicht finden sich überall, sind jedoch in der *Fovea centralis* verdünnt, auch ist im Allgemeinen die innere Körnerlage dicker als die äussere. Die Stäbchen fehlen, wie *Henle* entdeckte und ich bestätigen kann, am ganzen gelben Flecke und werden durch dichtstehende Zapfen ersetzt, die länger und schmäler (von 0,002''') sind als anderwärts, und an ihrer äussern Seite auch ein schmäleres Stäbchen tragen. In der *Fovea centralis* sind sogar die Zapfen nach den übereinstimmenden Angaben von *M. Schultze* und *H. Müller* so dünn, dass sie den Stäbchen fast gleichkommen, und messen in ihren Körpern nach *H. Müller* nicht mehr als 0,003^{mm}, nach *M. Schultze* etwa 0,0028^{mm}. *Müller* hat selbst in der Mitte der *Fovea* Zapfen gesehen, die nicht mehr als 0,0015 — 0,002^{mm} betrugen, doch will er nicht entscheiden, ob diese geringen Durchmesser regelrecht sich finden. Die Zapfenstäbchen bestimmte ich schon früher (Handb. 1. Aufl. S. 604) am gelben Flecke zu 0,0006 — 0,0007, und nach *H. Müller* betragen dieselben in der *Fovea centralis* kaum viel über 0,001^{mm}, während *M. Schultze* sie hier zu 0,0023^{mm} annimmt. Nach *H. Müller* übertreffen die Zapfenstäbchen in der *Fovea* die Zapfenkörper bedeutend an Länge, ferner fand derselbe hier auch die Pigmentzellen der *Chorioidea* höher als sonst (von 0,016^{mm}, bei 0,01^{mm} Breite), mit Andeutungen von Fortsetzungen derselben, nach Art der Pigmentscheiden vieler Thiere, zwischen die Enden der Zapfen hinein, an welchen letzteren auch mehrmals wie kleine kegelförmige Endspitzchen gesehen wurden, wie *Müller* sie auch sonst an Zapfenstäbchen sah (siehe Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. Tab. II. Fig. 21 f.). Ausläufer der Zapfen oder *Müller*'sche Fäden sehe ich überall am gelben Flecke, auch in der *Fovea centralis*, und lassen sich dieselben leicht bis zur innern Körnerschicht verfolgen, wobei das besonders bemerkenswerth ist, dass dieselben in der Zwischenkörnerschicht einen von *Bergmann* zuerst erwähnten eigenthümlichen schiefen Verlauf haben. Ich kenne, wie *H. Müller* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 86), dieses Verhältniss schon lange, hielt dasselbe jedoch früher für eine Leichenerscheinung. Jetzt stimme ich *M. Schultze* und *Müller* (Würzb. naturw. Zeitschr. III. S. 31) bei, die dasselbe als regelrecht betrachten. Der Verlauf der *Müller*'schen Fäden ist übrigens so, dass sie vom Mittelpunkte der *Fovea* nach allen Seiten ausstrahlen, und je näher der Mitte, um so mehr dem Wagerechten sich nähern, und nach aussen allmählich senkrecht sich stellen. Die Dicke der verschiedenen Lagen am gelben Flecke ist folgende: Lage der Nervenzellen 0,045 — 0,052''', feinkörnige graue Lage 0,020''', innere Körnerschicht 0,026''', Zwischenkörnerschicht 0,039''', äussere Körnerlage 0,026''', Zapfen 0,030'''.

Bindesubstanz der *Retina*. Alle Lagen der *Retina*, vor Allem aber die innern Schichten besitzen, wie die neueren Untersuchungen immer bestimmter ergeben, eine einfache Bindesubstanz als Grundlage, deren genauere Verhältnisse jedoch hier vielleicht noch schwerer zu ermitteln sind, als beim centralen Nervensysteme, vor Allem desswegen, weil die Nervenfasern der *Retina* selbst sehr wenig Eigenthümliches an sich tragen, und dann zweitens

weil diese Haut in den Stäbchen und Zapfen und ihren Ausläufern Elemente so besonderer Art in sich birgt, dass sie ihres Gleichen kaum sonst wo haben. Nach Allem, was wir jetzt wissen, gehören die Elemente der Stäbchenlage mit ihren fadenförmigen Ausläufern, die ich nun allein die *Müller*'schen Fäden nenne, dann ein Theil der Elemente der Körnerschicht, die mit diesen und den Ganglienzellen sich verbinden, den nervösen Theilen der *Retina* an. Dagegen kommen in den innern Lagen der Netzhaut vor Allem andere Fasern, die ich die Radialfasern oder Stützfasern heisse, vor, die man nun mit *H. Müller, Remak* und *M. Schultze* am besten als nicht nervöser Art auffasst, und zu diesen kommen dann noch, wie *M. Schultze* annimmt, viele feine Ausläufer dieser Elemente, die durch die ganze *Retina* ein mehr weniger entwickeltes feines Netzwerk bilden, dann ein Theil der Körner der Körnerschicht und die *Membr. limitans externa* und *interna*. *M. Schultze* bezeichnet diese Theile alle als bindegewebige Grundlage der *Retina*, wogegen ich, wie ich es schon früher angedeutet, die faserigen Elemente unter ihnen als einfache Bindesubstanz auffasse und für umgewandelte Zellennetze, ähnlich denen des *Reticulum* gewisser drüsiger Organe, halte.

Die Radial- oder Stützfasern, deren Entdeckung wir *H. Müller* verdanken, sind verhältnissmässig starke, die *Retina* meist senkrecht durchsetzende Fasern, die von der *M. limitans interna* leicht durch die Opticusausbreitung und die Lage grauer Substanz bis zur innern Körnerschicht sich verfolgen lassen, von hier an aber als leicht unterscheidbare Bildungen sich verlieren, wahrscheinlich jedoch mit zarten Fortsetzungen noch bis zur Stäbchenlage sich erstrecken. In der Opticusausbreitung sind die Radialfasern in ganz bestimmter Weise angeordnet, die nach den Gegenden des Auges etwas verschieden ist. Im Grunde des Auges und soweit die Opticusbündel nur schmale spaltenförmige Lücken zwischen sich haben, sammeln sich die Radialfasern in dünne, je nach der Grösse der Maschen des Nervengeflechtes mehr weniger ausgedehnte Blätter, und ziehen als solche durch die ganze Opticuslage hindurch, von welchem Verhalten sowohl Querschnitte durch die Opticusausbreitung, als Flächenansichten anschauliche Bilder geben. Erstere (Fig. 373) zeigen die zum Theil sehr dicken platten Bündel von Opticusfasern im Querschnitte als fein punktirte säulenförmige Massen und zwischen denselben wie stärkere Faserbündel, Durchschnitte der Blätter der Stützfasern, während die letztern in den Maschen des Nervengeflechtes die Enden der Fasern in Form zierlicher schmaler Reihen dunkler Strichelchen und Punkte erkennen

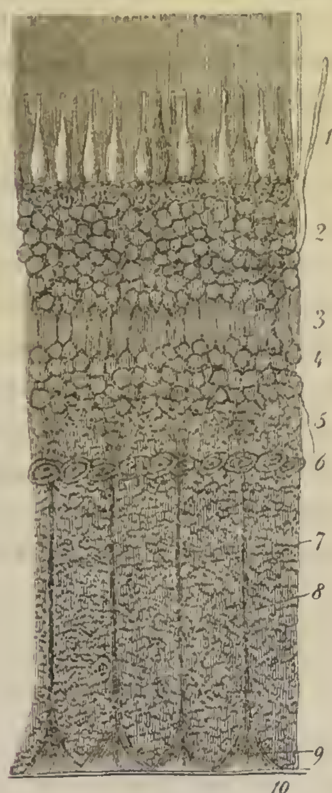


Fig. 373.

Fig. 373. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* nahe am Opticuseintritte, 350mal vergr., vom Menschen. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. feinkörnige freie Lage, 6. Nervenzellen in einfacher Schicht, 7. Opticusbündel im Querschnitte, 8. Radialfasern, dünne Blätter zwischen den Opticusbündeln bildend, 9. Enden derselben an 10. der *M. limitans*. (Nach der Retinatafel in *Ecker's Icon. phys.*)

lassen, die bei Thieren nicht selten federförmig regelmässig nach beiden Seiten gerichtet erscheinen. Weiter nach vorn, wo die Maschen der Nervenhaut weiter werden, gewinnen die Blätter der Radialfasern immer mehr Dicke und zu vorderst endlich ziehen dieselben, ohne weiter noch eine besondere Anordnung erkennen zu lassen, eine ziemlich nahe neben der andern gegen die Oberfläche, an welcher sie nun als eine fast zusammenhängende Lage dunkler Punkte erscheinen, welche nur an den Stellen der Nervenbündel und wo grössere Ganglienzellen sitzen, Unterbrechungen zeigt (Fig. 363). Die innern Enden der Radialfasern setzen noch durch die Opticuslage hindurch und erreichen die *Membrana limitans*, doch ist wegen ihrer grossen Zartheit und Vergänglichkeit ihr Verhalten hier ziemlich schwer zu erforschen. Nach Allem, was ich gesehen habe, glaube ich annehmen zu dürfen, dass die von *H. Müller* und mir schon früher gesehenen dreieckigen abgestutzten Anschwellungen (Fig. 375) und nicht auch häufig vorkommende Theilungen und Verästelungen das wahre Verhalten dieser Fasern an ihrem innern Ende darstellen. Diese Enden erscheinen, wenn eine ganz frische *Retina* auf einer Falte oder einem senkrechten Schnitte untersucht wird, als ein heller, 0,002—0,003''' breiter Saum zwischen der *Membrana limitans* und der Opticusausbreitung, und haben zur Annahme eines Epithels an dieser Stelle Veranlassung gegeben. Die hellen Kugeln nämlich, die *Bowman* (*Lectur*. Fig. 15) beschreibt, sind nichts anderes, als die inneren Enden der Radialfasern, welche, wenn sie einander decken und namentlich wenn sie durch Wasser aufgequollen sind, das Bild rundlich eckiger, neben einander liegender Körper erzeugen. Die abgestutzten Enden der Radialfasern nun stossen an die Aussenfläche der *Membrana limitans* und lassen sich, namentlich an Chromsäurestücken und im vorderen Theile der *Retina*, wo die Stützfasern zahlreicher sind, nicht selten Stückchen der *Limitans* im Zusammenhange mit diesen Fasern erhalten (*H. Müller*, ich). Diess hat *M. Schultze* veranlasst, die *Limitans* ebenfalls zum Bindegewebe der *Retina* zu zählen und sie einfach als eine durch Verschmelzung der Enden der Radialfasern gebildete Haut anzusehen. Hierbei hat er jedoch mehrere von *H. Müller* und mir längst hervorgehobene zu einer andern Auffas-

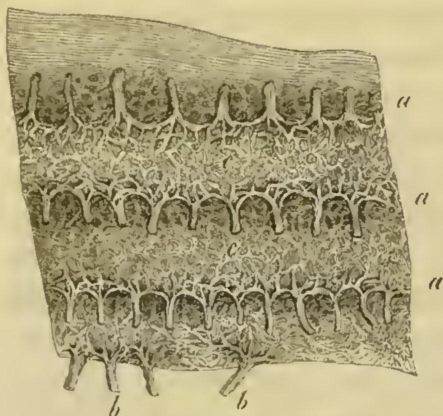


Fig. 374.



Fig. 375.

Fig. 374. Ein Stückchen der *Membrana limitans* vom Grunde des Auges mit an derselben ansitzenden Radialfasern, 400mal vergr., von einem menschlichen Chromsäurepräparate. *a*. Reihen der Radialfasern, *b*. Enden dieser Fasern, *c*. scheinbares Netzwerk, das dieselben an der *Limitans* bilden.

Fig. 375. Radialfasern aus der menschlichen *Retina*, 350mal vergr. *a*. Innere Körner, *b*. innere Enden der Radialfasern bei einer als dreieckige Anschwellungen, bei der andern verästelt erscheinend und der *Limitans* *c*. ansitzend, die nur an einer Stelle gezeichnet ist, *d*. äusserer Ausläufer einer Radialfaser, fein verästelt.

sung führende Thatsachen nicht beachtet. Erstens ist der Zusammenhang der *Limitans* und der Radialfasern durchaus kein inniger und lösen sich die letzteren, namentlich an frischen, aber auch an mit Reagentien behandelten Netzhäuten in der Regel mit der grössten Leichtigkeit von der *Limitans*. Zweitens findet sich die *Limitans* auch in Gegenden der *Retina*, wo die Radialfasern gänzlich fehlen, wie am gelben Flecke und am Opticuseintritte. Drittens endlich ist das chemische Verhalten beider ein ganz verschiedenes. Die Radialfasern sind äusserst leicht vergänglich und an einer nicht ganz frischen *Retina* entweder nur in Bruchstücken und schwer oder gar nicht zu erkennen. Bei Zusatz von Wasser und Essigsäure bersten ihre innern Anschwellungen und kommen aus denselben helle eiweissartige Tropfen heraus. Noch mehr werden die Fasern von verdünntem kaustischem Natron und Kali angegriffen, in welchen Substanzen sie in der kürzesten Zeit sich lösen. In Zucker und Schwefelsäure nehmen sie eine rothe, durch Salpetersäure und Kali eine gelbe Farbe an. Die *Limitans* reisst zwar leicht, wenn die innersten Retinalagen durch Wasser, Essigsäure und kaustische Alkalien zum Aufquellen gebracht werden, ist jedoch keineswegs so vergänglich, wie man hieraus zu schliessen geneigt sein könnte, denn sie widersteht Säuren und Alkalien lange, ebenso der Behandlung mit Wasser, auch färbt sie durch Zucker und Schwefelsäure sich nicht roth. Diesem zufolge ist die *Limitans* auch chemisch von den Radialfasern ganz verschieden, und stehe ich Alles zusammengenommen nicht an, zu behaupten, dass dieselbe nicht mit den Radialfasern zusammengehört, sondern eine Bildung für sich darstellt, die noch am zweckmässigsten den Glashäuten angereiht wird.

Wie in der Opticuslage, so sind die Radialfasern noch leicht durch die Lage der Nervenzellen und die reingraue Substanz zu verfolgen bis zur innern Körnerschicht. Hier verbinden sie sich unstreitig mit einem Theile der innern Körner, die, wie schon oben angegeben wurde, die Bedeutung kleiner Zellen haben, und von diesen gehen dann noch weiter fadige verästelte Ausläufer in die Zwischenkörnerschicht hinein, die an erhärteten Netzhäuten sehr oft wie im Zusammenhange mit den Stäbchen und ihren Fortsetzungen, den *Müller*schen Fäden, erhalten werden. Ich glaubte daher früher mit *Müller* einen unmittelbaren Zusammenhang der Radialfasern und der Elemente der Stäbchenschicht annehmen zu dürfen. Seit jedoch *H. Müller* die Ansicht ausgesprochen hat, dass die Radialfasern nicht zu den nervösen Elementen der *Retina* gehören, welche in *M. Schultze's* Erfahrungen eine kräftige Unterstützung gefunden hat, schliesse ich mich der Annahme an, dass die Radialfasern auch in den äussern Schichten der *Retina* ganz für sich bestehen und wahrscheinlich so enden, dass ihre feinen Ausläufer bis zur Begrenzungslinie der Stäbchenschicht oder der *Limitans externa* verlaufen. Ich finde selbst jetzt, dass es eine Gegend in der menschlichen *Retina* gibt, in welcher die Radialfasern in den äusseren Lagen der Haut fast ebenso ausgeprägt und stark sind, wie in den innern Theilen, und ganz deutlich mit verbreiterten Enden an die *Limitans externa* sich anheften, und diess ist der vorderste Theil der *Retina*, in der Nähe der *Ora serrata*.

Hier ist nun der Ort, der neuen Darstellung von *Schultze* zu gedenken, nach welcher die Bindesubstanz der *Retina*, oder wie *Schultze* sagt, das Bindegewebe dieser Haut ausser den Radialfasern auch noch aus zarten

Ausläufern derselben bestehen soll, welche ein äusserst dichtes Netzwerk bilden, dessen Lücken nur mit den allerstärksten Vergrösserungen sichtbar sein sollen. Das, was man bisher in der feinkörnigen grauen Lage als feinkörnige Substanz bezeichnete, soll nichts anderes sein, als dieses Netz und dasselbe ausserdem noch in allen übrigen Lagen der *Retina*, mit Ausnahme der Stäbchenschicht, sich finden und mit den Radialfasern ein zusammenhängendes *Stroma* für die nervösen Elemente bilden. Ich habe diese Angaben *Schultze's* an der *Retina* des Ochsen und Menschen geprüft, es ist mir jedoch noch nicht gelungen, ganz überzeugende Bilder des feinen Netzes zu gewinnen, immerhin habe ich, beim Menschen namentlich, häufig häutige Anhänge an den Radialfasern gesehen, die mit der Linse 10 von *Hartnack* so aussahen, dass man nicht mehr entscheiden konnte, ob es sich um eine feinlöcherige oder körnige Bildung handelte. Andere Male waren solche Platten auch einfach gleichartig oder undeutlich faserig. Ferner ist es mir beim Menschen nicht zweifelhaft geblieben, dass die schon von *H. Müller* gesehenen seitlichen Anhänge der Radialfasern in den Körnerschichten ein gröberes Netz erzeugen, das die Körner in seine Lücken aufnimmt. Dagegen wage ich über das allfällige Vorkommen eines bindegewebigen Netzes in der Zwischenkörnerschicht und der feinkörnigen Lage der grauen Substanz der *Retina* für einmal noch kein Urtheil.

Die anatomische Stellung der Radialfasern, mögen dieselben nun durch feine Netze verbunden sein oder nicht, scheint mir nicht zweifelhaft. Dass dieselben kein Bindegewebe sind, beweisen über jeden Zweifel ihre chemischen, oben erwähnten Eigenschaften, denen ich noch beifüge, dass sie auch in kochendem Wasser sich nicht lösen. Da nun auch an elastische und Muskelfasern, so wie, wie wir früher sahen, an nervöse Elemente nicht gedacht werden kann, so bleibt nur, wie ich es ausgesprochen, die Zusammenstellung mit den Bindegewebskörpern und der einfachen Bindesubstanz, vor Allem der Form, die im centralen Nervensysteme und in den *Reticula* der Follikel des Darmes etc. sich findet. Dass die Radialfasern Zellenverlängerungen sind,

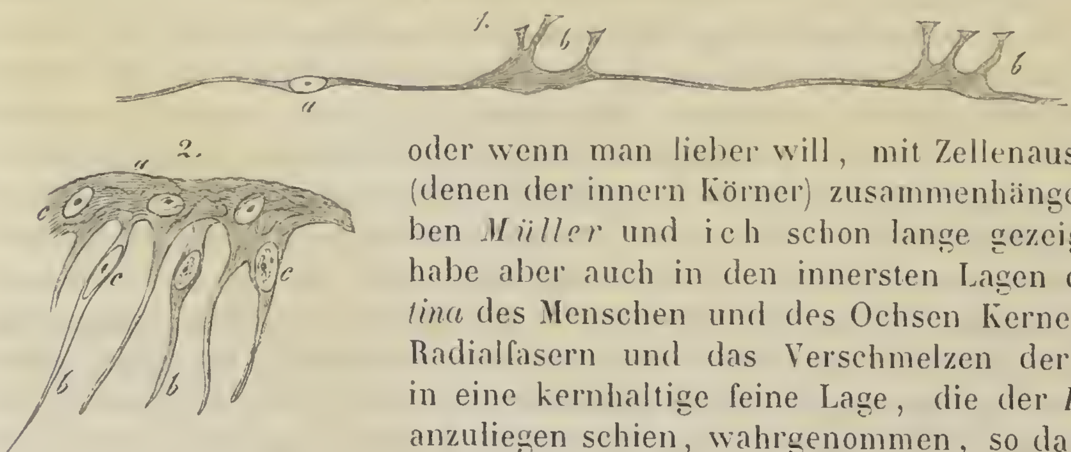


Fig. 376.

oder wenn man lieber will, mit Zellenausläufern (denen der innern Körner) zusammenhängen, haben *Müller* und ich schon lange gezeigt, ich habe aber auch in den innersten Lagen der *Retina* des Menschen und des Ochsen Kerne in den Radialfasern und das Verschmelzen der Enden in eine kernhaltige feine Lage, die der *Limitans* anzuliegen schien, wahrgenommen, so dass nicht bezweifelt werden kann, dass wir es hier mit um-

Fig. 376. Radialfasern vom Menschen, 350mal vergr. 1. Vom vordern Ende der *Retina*, wo sie lange horizontal verlaufen. *a*. Kerntragende Anschwellung, *c*. Anschwellungen mit kleinen seitlichen Ausläufern, die dreieckig enden und wahrscheinlich an der *Limitans* sassen. 2. Enden der *Müller*'schen Fasern *b*. aus den hintern Theilen des Auges mit Kernen *c*. und wie in eine gleichartige Haut *a*. verschmelzend, die unmittelbar an der *Limitans* zu liegen schien.

gewandelten Zellen zu thun haben. Ausserdem kann nun auch noch an die schönen von *H. Müller* entdeckten Zellen der *Retina* der Fische erinnert werden, deren Vereinigung zu einem prächtigen Netze und Verschmelzung zu einer Art gefensterten Haut mit Kernen wahrgenommen wurde, Bildungen, die offenbar auch zur Bindesubstanz der *Retina* gehören und, wie *M. Schultze* gesehen zu haben glaubt, mit den Radialfasern unmittelbar zusammenhängen. Ist somit die Zellennatur der Elemente der Stützsubstanz der *Retina* unzweifelhaft, so wird, da auch ihre chemischen Verhältnisse mit denen zarter Bindegewebskörperchen stimmen, über die Stellung, die ich ihnen anwies, wohl kaum zu rechten sein.

Zum Schlusse ist nun noch der muthmassliche Zusammenhang und die Bedeutung der wesentlichen Elemente der *Retina* zu besprechen. Gehen wir von den Ganglienzellen aus, so unterliegt es wohl kaum einem gegründeten Zweifel, dass alle Nervenfasern des *Opticus* mit den Ausläufern derselben sich verbinden, denn es ist der Uebergang dieser Ausläufer in varicöse blasse Fäden von der Beschaffenheit der Opticusfasern schon von vielen Beobachtern gesehen, eine andere Endigungsweise der letzteren dagegen noch von Niemand wahrgenommen worden. Von den in die äusseren Schichten der *Retina* dringenden Ausläufern der Ganglienzellen haben *H. Müller* und ich, wenigstens für den gelben Fleck, die bestimmte Beobachtung gemacht, dass dieselben mit den Körnern der innern Körnerschicht sich verbinden. Da nun einerseits von diesen mit den Zellen verbundenen Körnern auch noch Verlängerungen in die Zwischenkörnerschicht beobachtet wurden, und andererseits am gelben Flecke auch die von den Zapfen abgehenden *Müller*'schen Fäden bis in dieselbe Lage zu verfolgen sind, so darf wohl, wie *Müller* und ich es schon seit Langem ausgesprochen haben, die Vermuthung als berechtigt aufgestellt werden, dass die Zapfen am gelben Flecke durch die *Müller*'schen Fäden mit den innern Körnern und diese wiederum mit den Ganglienzellen und Opticusfasern zusammenhängen, obschon der unmittelbare Zusammenhang aller dieser Theile noch von keinem Beobachter wahrgenommen worden ist. Sehr wesentlich unterstützt wird diese Auffassung durch die neuesten Untersuchungen *H. Müller's* über die *Retina* des Chamäleon, bei welchem am gelben Flecke zwei ganz verschiedene Faserungen sich finden, eine radiale, die die Stäbchenlage (*Limitans externa*) und die innere Körnerschicht verbindet, von offenbar untergeordneter Natur (Bindesubstanz), und eine schiefe, die die Zapfenkörner und die Elemente der innern Körnerschicht untereinander vereint, was in hohem Grade die Vermuthung unterstützt, dass die schief verlaufenden Fasern der Zwischenkörnerschicht der menschlichen *Macula lutea*, wenigstens einem guten Theile nach, nicht zur Bindesubstanz zählen. Ist einmal für den gelben Fleck die Verbindung der Zapfen mit innern Körnern und den



Fig. 377.

Fig. 377. Aus der *Retina* des Menschen, 350mal vergr. *a.* Eine grosse Nervenzelle, *b.* Ausläufer derselben nach aussen zu *c.* einem innern Kerne (Zelle mit Kern), *d. Müller*'scher Faden, der von der Stäbchenlage zu diesem Kerne geht, *e.* zweiter Ausläufer der Nervenzelle, der zweifelsohne in eine Opticusfaser sich fortsetzt.

Ganglienzellen so zu sagen nachgewiesen, so wird man wohl, ohne zu irren, dasselbe auch für die übrige *Retina* annehmen dürfen, was dagegen die Stäbchen betrifft, so muss man bekennen, dass ihre Verhältnisse bei weitem nicht so offen daliegen. Immerhin scheint es mir in Berücksichtigung aller Thatsachen kaum anders möglich, als anzunehmen, dass auch sie wie die Zapfen zu den wesentlichen Bestandtheilen der *Retina* zählen, und mache ich namentlich aufmerksam erstens auf die grosse Uebereinstimmung der Zapfen mit Einschluss ihrer Stäbchen und der eigentlichen Stäbchen in ihrem Ansehen, ihrer chemischen Beschaffenheit und ihren Beziehungen zu den äusseren Körnern und *Müller*'schen Fäden, und zweitens auf den Umstand, dass es Thiere gibt (Chamäleon), die in der ganzen *Retina* nur Zapfen und keine Stäbchen haben, von denen jedoch die des gelben Fleckes vollkommen stäbchenartig sind. Ich halte somit die Stäbchen anatomisch den Zapfen für gleichwerthig und vermuthe, dass wo dieselben vorkommen, die Ausläufer der Ganglienzellen, die hier nachweisbar verästelt sind, durch die innern Körner — soweit diese nicht den Radialfasern angehören — sowohl mit den Stäbchen, als den Zapfen, d. h. deren Körnern und von ihnen ausgehenden *Müller*'schen Fäden, sich verbinden.

Die Gefässe der *Retina* stammen aus der *Art. centralis retinae*, welche im *Opticus* gelegen ins Auge eintritt, und von der Mitte des *Colliculus nervi optici* mit 4—5 Hauptästen ihre Ausstrahlung beginnt. Anfänglich nur unter der *Membrana limitans* gelegen, dringen dieselben durch die Nervenfaserschicht in die Lage grauer Nervensubstanz, breiten sich unter zierlichen baumförmigen Verästelungen bis zur *Ora serrata* aus, und gehen mit ihren Endausläufern allerwärts in ein etwas weitmaschiges Netz sehr feiner (von 0,002—0,003‴) Capillaren über, das vorzüglich in der Lage grauer Nervensubstanz, und wie ich jetzt mit *H. Müller* finde, auch in der innern Körnerschicht bis zur äussern Grenze derselben, zum Theil auch in der Opticusausbreitung seinen Sitz hat. Die Venen beginnen bei Thieren mit einem unvollständigen Kranze, *Circulus venosus retinae*, an der *Ora serrata*, verlaufen mit ihren Stämmen einfach neben den Arterien und sammeln sich zur *Vena centralis*, die neben der Arterie das Auge verlässt. Am gelben Flecke finden sich keine grösseren Gefässe, nur zahlreiche Capillaren. — Nerven habe ich an den Gefässen der *Retina* noch stets vermisst, dagegen fand ich an der Aussenseite der grösseren Gefässe hie und da Spuren eines begleitenden Fasergewebes, das den *Reticula* von Bindegewebskörperchen anderer Orte noch am Nächsten kam.

Ciliartheil der *Retina*. Wenn auch alle wesentlichen Retinabestandtheile: Opticusfasern, Nervenzellen, Körner und Stäbchen sammt Zapfen an der *Ora serrata* enden, so hat die Netzhaut hier doch keinen freien Rand, sondern setzt sich als eine zarte grauweisse Lage über die ganze *Corona ciliaris* bis an den äusseren Rand der hinteren Irisfläche fort, welche als *Pars ciliaris retinae* bezeichnet werden kann. Dieses Häutchen von 0,018—0,02‴ Dicke haftet sehr innig sowohl an den Ciliarfortsätzen, als an der nach innen daran befindlichen *Zonula Zinnii* (siehe unten), und folgt der letzteren immer theilweise beim Ablösen derselben, häufig zugleich mit einigem Pigment. Untersucht man diesen Theil der *Retina* an senkrechten Schnitten in Chromsäure erhärteter Augen, so ergibt sich, dass derselbe beim Menschen aus z. Th. sehr

langen und schmalen, z. Th. weiter nach vorn aus kürzeren walzenförmigen Zellen besteht, welche durch ihre regelmässige Anordnung und ihre schönen Kerne sehr an Epithelzellen erinnern, doch war mir auffallend, dass bei den längeren Zellen die innern Enden verschmälert sind, und dann mit breiten dreieckigen Enden oder gabelig getheilt an eine Begrenzungsschicht sich ansetzen, die ich zufolge neuer Untersuchungen für nichts anderes als eine Fortsetzung der *Limitans interna* halte. Erinnern schon hierin diese Zellen sehr an die Radialfasern der eigentlichen *Retina*, so ergibt auch eine genaue Untersuchung des vordersten Endes der eigentlichen *Retina*, dass die fraglichen Zellen in der That deutlich durch Umwandlung der Radialfasern der *Retina* sich hervorbilden und ganz allmählich aus denselben hervorgehen, die hier, wie schon oben angegeben wurde, eine ausnehmende Entwickelung zeigen und in der ganzen Dicke der *Retina* zwischen beiden *Limitantes* ausgespannt sind. Somit besteht der Ciliartheil der *Retina* einzig und allein aus verkürzten Radialfasern, und liegt hierin ein neuer, wie mir scheint, sehr guter Beweis für die Annahme, dass diese Fasern nur Bindesubstanz sind. — Sollte Jemand in Frage stellen wollen, ob der Ciliartheil der *Retina* wirklich noch zur *Retina* gehöre, so wäre zu erinnern, dass beim Embryo die *Retina* entschieden so weit nach vorn reicht als die *Chorioidea*, deren Farbstoff, wie ich gezeigt habe, aus der äussern Lage der embryonalen secundären Augenblase sich entwickelt, während die innere zur *Retina* wird. — Ueber das vordere Ende der eigentlichen *Retina* bemerke ich noch, dass dasselbe meist so sich darstellt, wie in der Fig. XV der Retinatafel der *Icon. phys.* von *A. Ecker*, in welcher jedoch der Ciliartheil der Haut nicht richtig gezeichnet ist. Eine Kante, wie die Fig. 378 sie zeigt, ist dagegen selten.



Fig. 378.

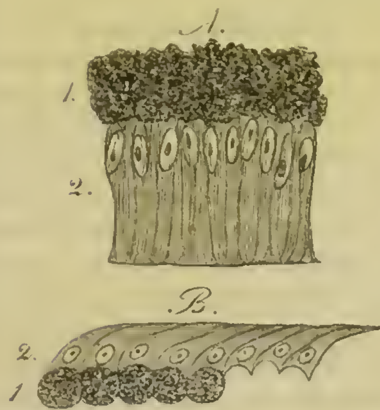


Fig. 379.

Die bei weitem wichtigsten Untersuchungen über die *Retina* sind die von *H. Müller*, dessen grössere Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. [1856] S. 1) namentlich nicht nur das Vollständigste und Beste ist, was bis zu dieser Zeit geleistet wurde, sondern auch schon fast Alles angedeutet enthält, was die späteren Jahre noch zu Tage förder-

Fig. 378. Senkrechter Schnitt durch das vordere Ende der *Retina* des Menschen, etwa 60mal vergr. *a. Hyaloidea*, *a'*. Faserstreifen, die am vordern Ende der *Retina* von der *Hyaloidea* in den Glaskörper eingehen, *b. Limitans* und horizontale Faserlage der *Retina*, *c.* Lage grauer Nervensubstanz mit einzelnen Zellen, *d.* innere Körper, *e.* Zwischenkörnerlage, *f.* äussere Körner, *g.* Stäbchenlage mit Zapfen, *h.* schwarzer Farbstoff, *i.* mittlere Lage der *Chorioidea*, *k.* äussere Farbstoffschicht derselben, *l.* Anfang eines *Processus ciliaris*, *m. Pars ciliaris retinae*.

Fig. 379. *Pars ciliaris retinae*. *A.* Vom Menschen. *B.* Vom Ochsen. 350mal vergr. 1. Farbstoffzellen, 2. Zellen des Ciliartheiles selbst.

ten. *H. Müller* verdanken wir vor Allem die fruchtbare Entdeckung, dass die Stäbchen und Zapfen durch Ausläufer mit den innern Theilen der *Retina* sich verbinden, welche der Ausgangspunkt einer ganz neuen Auffassung über die anatomische und physiologische Bedeutung dieser Elemente geworden ist. Und wenn auch *H. Müller*, ebenso wie ich, der ich zuerst seine Angaben auch an der menschlichen *Retina* prüfte, anfänglich sich der Vermuthung hingab, dass auch die ebenfalls von ihm entdeckten Radialfasern in den innern Lagen der *Retina* zu den wesentlichen Theilen dieser Haut gehören und mit den von den Zapfen und Stäbchen ausgehenden Fäden zusammenhängen, so war er doch auch der Erste, der (Würzb. Verh. IV. S. 99) die Frage besprach, ob die ersteren nicht eine andere Bedeutung haben, vor Allem gestützt auf das Fehlen derselben am gelben Flecke und ihre Verbindung mit der *Limitans*. In seiner ausführlicheren Abhandlung äusserte er sich in dieser Beziehung noch bestimmter und bezeichnete die Radialfasern als eine Art indifferenter Substanz oder Bindesubstanz, ohne jedoch desswegen die Nöthigung zuzugeben, die Verbindung dieser Elemente mit den ächt nervösen Theilen zu läugnen. Mittlerweile hatte schon *Remak* alle Radialfasern — so nannte *Müller* ursprünglich Alle die *Retina* senkrecht durchsetzenden Fasern mit Inbegriff der Fortsetzungen der Elemente der Stäbchenschicht — als bindegewebigen Stützapparat bezeichnet, und *Blessig* sogar die Behauptung ausgesprochen, dass die *Retina* gar keine andern nervösen Elemente als die Opticusfasern enthalte, Behauptungen, deren theilweise Widerlegung *Müller* und mir nicht schwer wurde. Mich selbst hatte besonders das chemische Verhalten der Radialfasern im engern Sinne, d. h. der innern Enden derselben, das von mir zuerst genauer geprüft worden war, veranlasst, ihre Beziehung zu den wesentlichen Elementen der *Retina* festzuhalten und diese Auffassung selbst dann nicht bestimmt aufzugeben, nachdem *H. Müller*, dem später (1856) auch *M. Schultze* sich anschloss, für die indifferente Natur derselben sich ausgesprochen hatten, indem in der damaligen Zeit keine anderen als nervöse Elemente bekannt waren, die zu den gefundenen Reactionen passten. Wenn ich nun nichts destoweniger jetzt entschieden für ihre Zusammengehörigkeit mit dem Gewebe der Bindesubstanz mich ausgesprochen, so geschah es einmal, weil ich durch eigene Untersuchungen, die in diesem Werke niedergelegt sind, von der mächtigen Verbreitung einer einfachen Bindesubstanz aus Netzen von Bindegewebskörperchen im ganzen centralen Nervensysteme mich überzeugt, und zweitens weil ich gefunden habe, dass alle zarteren Zellennetze der einfachen Bindesubstanz im Nervensysteme, der Milz, der *Thymus*, den Follikeln des Darmes u. s. w., in chemischer Beziehung sich ganz ebenso verhalten, wie die von mir sogenannten Radialfasern der *Retina*. Hierzu kam dann noch die schöne neuere Arbeit von *M. Schultze* über die *Retina*, welche das ausgedehnte Vorkommen selbständiger, nicht nervöser Elemente in der *Retina*, wenn auch vielleicht nicht vollkommen beweist, doch in hohem Grade wahrscheinlich macht, und ferner die sehr wichtige Untersuchung *H. Müller's* über die *Retina* des Chamäleon, der zufolge am gelben Flecke und weiter in den äusseren Lagen der *Retina* entschieden zweierlei Arten von Fasern da sind, von denen die einen senkrecht verlaufenden mit den Radialfasern der inneren Netzhautlagen des Menschen übereinstimmen, die anderen schief verlaufenden allein mit den Zapfen sich verbinden. — In Betreff des Zusammenhanges der wesentlichen Retinaelemente ist in neuerer Zeit, seit *Müller* und ich den Zusammenhang der Ganglienzellen am gelben Flecke mit den innern Körnern darlegten, kein entschiedener Fortschritt geschehen, und müssen immer noch die Beziehungen der Stäbchen und Zapfen in den andern Theilen der *Retina* zu Ganglienzellen als nur mit Wahrscheinlichkeit vermuthet, aber nicht wirklich erkannt bezeichnet werden.

Mit Bezug auf Einzelnheiten bemerke ich nur noch Folgendes:

Der Bau der Stäbchen ist nach mehreren Seiten noch nicht mit Sicherheit erkannt. Erstens kommen, wie *H. Müller* gezeigt hat, bei Fischen Bilder vor (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 8. Taf. I. Fig. 3 *ef*), welche auf die Anwesenheit einer zarten Hülle hindeuten, welche auch *Ritter* für die Stäbchen des Frosches annehmen zu müssen glaubt. Da die Stäbchen höchst wahrscheinlich als Verlängerungen von Zellen, den Stäbchenkörnern, sich entwickeln, so wäre das Vorkommen einer besonderen Hülle leicht begreiflich, doch möchte dieselbe, ausser beim Frosche, doch wohl noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit dargethan sein. Ein zweiter Punkt, der Beachtung ver-

dient, ist der, ob die Stäbchen nicht im Innern eine dem Axencylinder der Nervenfasern verwandte Bildung führen. Nachdem schon *H. Müller* in den Stäbchen des Frosches in gewissen Fällen einen besonderen mittleren Streifen beobachtet hatte (l. c. S. 28 und Taf. I. Fig. 4*f*), untersuchte *C. Ritter* diese Angelegenheit weiter und glaubt derselbe an mit Chromsäure behandelten Stäbchen des Frosches sich überzeugt zu haben, dass dieselben innerhalb der Hülle eine helle Rindenschicht, die in Chromsäure krümlich wird und in dieser einen mittleren Faden enthalten, welcher nach aussen meist leicht knopfförmig angeschwollen ist, und am andern Ende aus dem offenen Ende des Stäbchens hervortritt, um sich mit dem Stäbchenkorne zu verbinden. Diese Angaben verdienen alle Beachtung, und würden diese Umwandlungen der Stäbchen durch Chromsäure, wenn sie sich als beständig eintretend erweisen sollten, auf jeden Fall auf verschiedene Bestandtheile derselben schliessen und ihre Aehnlichkeit mit Nervenfasern, die ich schon seit Langem betone, noch mehr hervortreten lassen. Für einmal ist jedoch diese Angelegenheit nicht zu erledigen, da die Stimmen der Beobachter noch zu getheilt sind, denn während *Manz* und *W. Krause* die Angaben von *Ritter* bestätigen, konnte *Braun* den »*Ritter*'schen Faden« nicht finden und auch *W. Krause* sich nicht von dem ursprünglichen Vorhandensein desselben überzeugen. — Endlich ist noch zu erwähnen, dass die von *H. Müller* schon seit Langem besprochene Zusammensetzung der Stäbchen aus zwei durch eine zarte Querlinie getrennten Abtheilungen in der neuesten Zeit von *Braun* und *W. Krause* weiter untersucht worden ist. Nach *Braun* färbt sich nur die innere Abtheilung durch Carmin, und *W. Krause* gibt an, dass diese Abtheilung kürzer und etwas breiter, auch blasser und stets feinkörnig sei. *Braun* und *Krause* vergleichen Beide diese zwei Glieder mit den beiden Abtheilungen der Zapfen, so dass somit die Stäbchen mit den Zapfen noch mehr übereinstimmen würden, als man bisher angenommen hatte. *H. Müller* bemerkt hierzu (Würzb. nat. Zeitschr. III. S. 26), dass die äussere Stäbchenabtheilung durch Carmin auch, aber schwächer sich färbe, sowie dass es ihm unerwiesen erscheine, ob diese zwei Abtheilungen im Leben wirklich sich finden, da, wie *Krause* selbst zugibt, die Querlinie an sehr wohlerhaltenen Stäbchen öfters fehlt, an den Zapfen auch oft mangelt, ferner an den stäbchenartigen Zapfen des gelben Fleckes in der Regel gar nicht auftritt und ähnliche Linien als Zersetzungserscheinungen in den äussern Hälften der Zapfen und Stäbchen oft mehrfach vorkommen. —

Mit Bezug auf die Körnerschicht haben die neueren Untersuchungen nicht viel Neues ergeben. Von verschiedenen Seiten, besonders auch von *M. Schultze*, ist die Beobachtung *H. Müller's* bestätigt worden, dass in der innern Körnerschicht zweierlei Elemente vorkommen, von denen die einen mit den Radialfasern verbunden sind. Beim Menschen gelang es bekanntlich *H. Müller*, hier zweierlei solche Elemente mit Sicherheit zu unterscheiden, indem die einen innern Körner bipolar, die andern multipolar sind. Ich glaubte früher, die letztern als mit den Stäbchen verbunden ansehen zu dürfen, bin jedoch in neuerer Zeit in dieser Beziehung wieder unsicher geworden. Dagegen habe ich in der Nähe der *Ora serrata* des Menschen in der inneren Körnerschicht ganz bestimmt neben den gewöhnlichen Körnern grössere rundliche und länglichrunde Kerne mit *Nucleolis* gesehen, die den Radialfasern angehören. Ferner habe ich beim Ochsen in der Zwischenkörnerschicht Gebilde gefunden, welche den von *H. Müller* in der Fischretina entdeckten wagerecht liegenden grossen Zellen entsprechen, die auch *M. Schultze* bestätigt hat. Es fanden sich nämlich hier wagerecht liegende grössere Zellen mit deutlichen Kernen und ebenfalls wagerecht abgehenden Ausläufern, die auf senkrechten Schnitten wie bipolare Nervenzellen sich ausnahmen, höchst wahrscheinlich jedoch ebenfalls nur der Bindesubstanz der *Retina* angehören.

Ueber die Eintrittsstelle des *Opticus* vergleiche man die besonders mit Rücksicht auf die Ophthalmoskopie angestellte Untersuchung von *H. Müller*.

In Betreff der *Macula lutea* ist besonders der schiefe Verlauf der Fasern in der Zwischenkörnerschicht noch weiter zu untersuchen. *Bergmann* erwähnt einfach einen schiefen Verlauf der Fasern, so dass dieselben in der Mitte der *Fovea* wagerecht zur innern Körnerschicht verlaufen, dann schief sich stellen, so dass die innern Enden der Fasern weiter von der Mitte der *Fovea* abstehen, als die äusseren, und endlich ganz sich aufrichten. *H. Müller*, der unabhängig von *Bergmann* diese schiefe Faserung

auch gesehen hatte (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 86), neigte sich zuerst der Ansicht zu, dass dieselbe nur Leichenerscheinung sei, hervorgebracht durch die grosse Dehnungsfähigkeit der Fasern dieser Lage am gelben Flecke, ohne jedoch bestreiten zu wollen, dass möglicherweise bis zu einem gewissen Grade ein schiefer Verlauf der Fasern regelrecht sich finde; später, nachdem er beim Chamäleon den ausgezeichnet schrägen Verlauf der Fasern der Zwischenkörnerschicht in einem grossen Theile der *Retina* gefunden hatte, schloss er sich an *Bergmann* an, ohne Weiteres über die menschliche *Retina* anzugeben. Nach *M. Schultze* erstreckt sich beim Menschen die schiefe Faserung, die am Rande der *Fovea centralis* beginne, im Meridionalschnitte 2^{mm}, im Aequatorialschnitte $1,5^{mm}$ weit, und findet sich nicht in der Zwischenkörnerschicht, sondern im innern Theile der äussern Körnerschicht, welche letztere Angabe gewiss nicht für alle Fälle richtig ist. Ich sah die Faserung, die ich wie *Müller* schon lange kenne, aber früher für zufällig entstanden hielt, bisher in zwei Formen, einmal so, wie sie *Bergmann* beschreibt, mit wagerechten und schiefen Fasern in der Zwischenkörnerschicht, und zweitens so, dass die Fasern bei im Allgemeinen ziemlich senkrechtem Verlaufe an einer Stelle eine doppelte, fast rechtwinklige Knickung erlitten, so dass eine Strecke der Faser vollkommen wagerecht verlief. Dadurch, dass diese wagerechten Theile der Fasern bei ganzen Fasergruppen in der nämlichen Höhe sich fanden, entstand ein wagerechter schmaler Faserzug in der Zwischenkörnerschicht, der in der Mitte der *Macula lutea*, dicht an der i n n e r n Körnerschicht seine Lage hatte, und je weiter nach aussen, um so mehr der äussern Körnerschicht sich näherte, bis er endlich ihre innere Grenze erreichte und noch längs derselben eine Strecke weit hinlief, um endlich der gewöhnlichen Faserung Raum zu geben. Alles zusammengenommen kommen somit, da an der Richtigkeit keiner der vorliegenden Angaben zu zweifeln ist, in der Gegend der *Macula* verschiedene Formen des Faserverlaufes vor, und wird es wohl erst nach zahlreichen und möglichst sorgfältigen Untersuchungen gelingen, zu bestimmen, welches Verhalten eigentlich das regelrechte ist.

Die Frage nach dem, was in der *Retina* Bindesubstanz ist und was zu den nervösen Elementen zählt, wird wohl noch längere Zeit unerledigt bleiben und brauche ich nur zu erwähnen, dass *M. Schultze*, unstreitig der glücklichste und erfahrenste unter den neuesten Untersuchern der *Retina*, der die Stäbchen und die von ihnen ausgehenden *Müller*'schen Fäden, sowie die schmalen Zapfen am gelben Flecke zu den nervösen Elementen zählt, neuerdings erklärt hat, dass die Zapfen in den andern Theilen der *Retina* und selbst in den äusseren Theilen des gelben Fleckes mit bindegewebigen Elementen zusammenhängen, sowie dass die Hauptmasse der schiefen Fasern am gelben Flecke bindegewebig sei, um zu zeigen, dass es auch den neuern Beobachtern kaum besser ergeht, als *H. Müller* und m i r bei unsern ersten Untersuchungen, und dass auch die Neuzeit das Räthsel noch lange nicht gelöst hat, von andern Untersuchern nicht zu reden, die wie z. B. *Manz* beim Frosche nicht einmal die Ganglienzellen der *Retina* fanden, und dem Bindegewebe einen noch grösseren Antheil zuschreiben. Die Schwierigkeiten der Untersuchung der *Retina* liegen darin, dass die einfache Bindesubstanz in Form von Netzen zarter Zellen, die hier sich findet, und die nervösen Elemente anatomisch und chemisch so übereinstimmen, dass es kaum möglich ist, aus dem Verhalten eines einzelnen getrennten Elementes, sei es nun eine Faser oder eine Zelle, zu entscheiden, ob dasselbe nervös ist oder nicht. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch vermehrt, dass offenbar die beiderlei Elemente auf's innigste sich verflechten und durchkreuzen, so dass beim künstlichen Erhärten leicht Verbindungen entstehen, von denen dann schwer zu sagen ist, ob sie natürliche sind, oder zufällige. Unter so bewandten Umständen kann man bei der Entscheidung nicht vorsichtig genug sein, und wird man vor Allem darnach trachten müssen, eine gewisse Zahl Grundthatsachen festzustellen. Ich habe dasjenige, was in dieser Beziehung für einmal zu sagen ist, oben kurz dargelegt, und erlaube ich mir hier nur noch die grosse Wichtigkeit einer vergleichend anatomischen Untersuchung der *Retina* zu betonen, die in der Hand *H. Müller's* schon so schöne Ergebnisse geliefert hat. —

Ueber die V e r r i c h t u n g der Retinaelemente bemerke ich hier unter Hinweisung auf meine Mikr. Anat. II. 2. §. 281 nur Folgendes. Nachdem von *H. Müller* die Verbindung der Stäbchen und Zapfen mit den innern Theilen der *Retina* nachgewiesen und von

mir für den Menschen bestätigt war, wurde von uns Beiden gleichzeitig und unabhängig die Ansicht ausgesprochen, dass die Elemente der Stäbchenschicht die einzigen lichtempfindenden Theile seien. Dieselben theilen durch die *Müller*'schen Fasern, die als leitende Elemente dienen, ihre Zustände den mit diesen verbundenen Nervenzellen mit, welche als ein flächenartig ausgebreitetes Ganglion und höchst wahrscheinlich als das Centralorgan der Gesichtsempfindung anzusehen sind. Dieses Centralorgan und das Gehirn stehen dann durch eine zweite Leitung, die Opticusfasern, im Zusammenhange. Diese Ansicht stützt sich auf den für den gelben Fleck nahezu bestimmt nachgewiesenen Zusammenhang zwischen den Elementen der Stäbchenlage und den Nervenzellen, auf den Mangel einer zusammenhängenden Opticuslage am gelben Flecke, auf das Fehlen der Lichtempfindung an der Eintrittsstelle des Sehnerven, auf die Unmöglichkeit, die Lichtempfindung in die Nervenzellen oder Körnerlagen zu verlegen, weil diese mit ihren Elementen am gelben Flecke namentlich in vielen Schichten übereinander liegen, endlich auf die eigenthümliche räumliche Anordnung der Stäbchen und Zapfen und ihre der Schärfe des Raumsinnes der *Retina* entsprechende Grösse. Einen guten Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung hat auch *H. Müller* durch eine genauere Prüfung der bei der entoptischen Wahrnehmung der Netzhautgefässe statthabenden Erscheinungen gegeben (Würzb. Verh. Bd. V. S. 411).

§. 226.

Die Linse, *Lens crystallina*, ist ein vollkommen durchsichtiger, an seiner hintern Fläche mit dem Glaskörper und seitlich mit dem Ende der *Hyaloidea*, der *Zonula Zinnii* verbundener Körper, an dem die eigentliche Linse und die Linsencapsel zu unterscheiden sind.

Die Linsencapsel, *Capsula lentis*, besteht aus zwei Elementen, der eigentlichen Capsel und dem Epithel. Jene ist eine durchaus gleichartige, wasserklare, sehr elastische Haut, die wie aus einem Gusse geformt, die Linse von allen Seiten umgibt und von den benachbarten Gebilden trennt. Legt man eine Linse mit ihrer Capsel in Wasser, so saugt sich die letztere bedeutend voll, womit also gezeigt ist, dass solche Häute trotz ihres scheinbar gleichartigen Gefüges doch sehr leicht durchdringlich sind, so dass mithin die Ernährung der gefässlosen Linse ohne Schwierigkeit durch von aussen eindringende Flüssigkeit besorgt werden kann. Die Linsencapsel, die an ihrer vordern Wand 0,005—0,008‴, hinter dem Ansatze der *Zonula Zinnii*, wo sie auf einmal sich verdünnt, nur noch 0,002—0,003‴ misst, lässt sich leicht zerreissen, durchstechen oder zerschneiden, leistet dagegen einem stumpfen Werkzeuge bedeutenden Widerstand. Sticht man eine unversehrte Capsel an, so zieht sich dieselbe vermöge ihrer Elasticität so zusammen, dass die Linse nicht selten von selbst austritt. Mikrochemisch verhält sich die Linsencapsel selbst wie andere Glashäute, nur dass sie nach *Strahl* (Archiv f. phys. Heilk. 1852) durch Kochen in Wasser aufgelöst werden soll. — Das Epithel der Linsencapsel sitzt an der innern Fläche gegen die Linse zu, und kleidet als eine einfache Lage schöner heller vieleckiger Zellen von 0,006—0,01‴ mit runden Kernen die vordere Hälfte der Linsencapsel aus. Im Tode lösen sich die Elemente desselben leicht von einander, dehnen sich zu wasserklaren kugelrunden Blasen aus, von denen viele bersten, und stellen sammt einigen Tropfen von eingedrungenem *Humor aqueus* die sogenannte *Morgagni*'sche Feuchtigkeit dar, welche im Leben, wo das Epithel genau an die Linsenoberfläche sich anschmiegt, durchaus fehlt.

Die Linse selbst besteht durch und durch aus langen platten, sechsseitigen, 0,0025—0,005‴ breiten, 0,0009—0,0014‴ dicken Elementen von

wasserklarem Ansehn, grosser Biegsamkeit und Weichheit und einer bedeutenden Zähigkeit, welche gemeinhin als *Linsenfasern* bezeichnet werden, jedoch nichts anderes, als *zartwandige Röhren* mit hellem, zähem, eiweissartigem Inhalte sind, der beim Zerreissen in grossen hellen unregelmässigen Tropfen aus ihnen tritt, die man bei Untersuchung der oberflächlichen Linsenfasern immer in Menge findet, und die daher eben so passend *Linsenröhren* genannt werden können. In *mikrochemischer* Beziehung zeichnen sich dieselben dadurch aus, dass sie in allen Lösungen, die Eiweiss gerinnen machen, dunkler und deutlicher werden, daher solche Reagentien auch, namentlich Salpetersäure, Alkohol, Creosot und Chromsäure vortrefflich zur Untersuchung der Linse sich eignen, in kaustischen Alkalien dagegen rasch sich lösen und von Essigsäure ebenfalls sehr angegriffen werden. Die Vereinigung der Linsenröhren, die in den festern innern Schichten der Linse, dem sogenannten *Linsenkerne*, fester, schmäler und dunkler sind, als in den weicheren äussern Theilen hier auch *nicht mehr als wirkliche Röhren sich nachweisen lassen*, kommt durch einfache Aneinanderlagerung derselben zu Stande, wobei dieselben mit ihren Flächen ohne Ausnahme der Linsenoberfläche gleich sich legen, und mit ihren zugeschärften Rändern regelmässig ineinander eingreifen, so dass, wie Fig. 380, 2 ergibt, im Innern der Linse jede Röhre von sechs andern umgeben ist, und die Querschnitte derselben das Bild einer aus sechsseitigen Backsteinen aufgeführten Mauer geben. An ihren Rändern und Randflächen sind die Röhren meist auch etwas uneben, ja selbst gezackt (bei Thieren, namentlich Fischen, ausgezeichnet schön), so dass hierdurch die seitliche Verbindung derselben inniger wird, als die ihrer breiteren Flächen, und deshalb auch die Linse leichter in der Richtung der Oberfläche in hautartige Lagen als in der Dicke in senkrecht stehende Blätter zerfällt. Man kann auch aus diesem Grunde der Linse, wie diess gewöhnlich geschieht, einen blätterigen Bau zuschreiben, in der Art, dass sie, ähnlich einer Zwiebel, aus ineinander eingeschachtelten Blättern besteht, nur muss man nicht aus den Augen lassen, dass diese Blätter keine regelmässig begrenzten Schichten sind und nie aus einer einzigen Lage von Linsenröhren bestehen, ferner, was physiologisch von grösserer Wichtigkeit sein möchte, dass die Linsenelemente in der Richtung der Dicke eigentlich noch regelmässiger angeordnet sind, so dass sie durch die ganze Linse hindurch einander decken, und dieselbe auch als aus sehr vielen senkrechten dünnen Abschnitten von der Breite einer einzigen Linsenfaser bestehend gedacht werden kann.

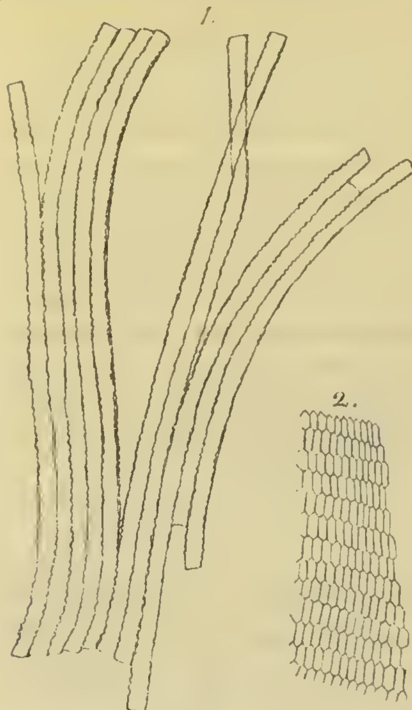


Fig. 380. Linsenröhren oder Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350mal vergr.

Der Verlauf der Linsenröhren in den einzelnen Blättern ist im Allgemeinen so, dass dieselben oberflächlich wie in der Tiefe von der Mitte der Linse speichenartig nach den Rändern ausstrahlen und hiernach auf die andere, vordere oder hintere Fläche sich umbiegen, so jedoch, dass keine Faser den vollen halben Umfang der Linse durchläuft, und z. B. von der Mitte der vordern Fläche bis zu derjenigen der hintern gelangt. Genauer bezeichnet gehen die Linsenröhren an der vordern und hinteren Linsenfläche nicht genau bis zur Mitte, sondern enden an einer hier befindlichen sternförmigen Figur. Beim Fötus und beim Neugebornen hat jeder vom blossen Auge leicht sichtbare Linsenstern drei Strahlen, die meist regelmässig unter Winkeln von 120° zusammenstossen: beim vordern Sterne stehen zwei Strahlen nach unten, einer nach oben, umgekehrt beim hintern Sterne, der mithin, verglichen mit dem vordern, wie um 60° gedreht erscheint. Die Linsenröhren nun, welche von der Mitte des vordern Sternes ausgehen, verlaufen an der hintern Seite nur bis zu den Enden der drei Strahlen, und umgekehrt erreichen die vom hintern Pole beginnenden nicht die vordere Mitte; ebenso verhalten sich auch alle zwischen diesen beiden Punkten gelegenen Röhren, so dass mithin keine derselben ganz herum geht und alle in einer Schicht befindlichen gleich lang sind. Gerade eben so verhält sich nun auch der Kern der Linse der Er-

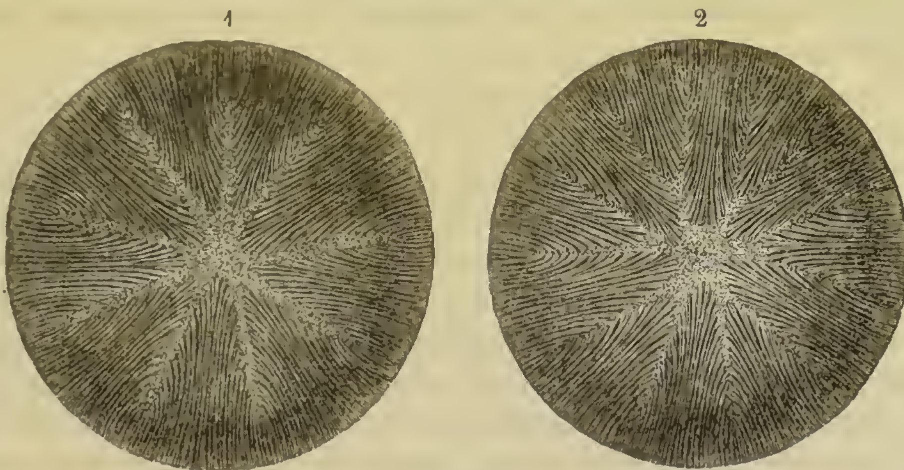


Fig. 381.

wachsenen, wogegen in den oberflächlichen Lagen und an der Oberfläche selbst ein zusammengesetzterer Stern mit 9—16 verschiedenen langen und selten ganz regelmässigen Ausläufern zum Vorschein kommt, an dem jedoch ebenfalls Hauptstrahlen zu unterscheiden sind. Der Verlauf der Fasern wird hierdurch natürlich verwickelter, um so mehr, da an solchen Sternen auch die an die Seite der Strahlen sich ansetzenden Fasern bogenförmig gegeneinander sich neigen, so dass dieselben wie gefiedert oder wie Wirtel *(Vortices lentis)* erscheinen; allein nichtsdestoweniger bleibt sich das Wesentliche des eben geschilderten Faserverlaufs vollkommen gleich, indem auch hier der vordere und hintere Stern sich nicht entsprechen und keine Faser von einem Pole zum andern geht. In den Sternen ist die Linsensubstanz nicht aus Röhren gebildet wie sonst, sondern zum Theil feinkörnig, zum Theil gleichartig, so dass mithin, da ja die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, in jeder

Fig. 381. Linse des Erwachsenen, nach *Arnold*, um die Sterne zu zeigen. 1. Vordere Seite, 2. hintere Seite.

Linsenhälfte drei oder mehr nicht faserige Lagen *(central planes Bowman)* vorkommen. Die Linsenröhren werden in der Nähe der Sterne breiter, verschmelzen jedoch nicht miteinander, sondern enden mit keulen- und spindelförmigen Anschwellungen von mannichfachster Form, die von der Fläche gesehen oft zierlich vieleckig erscheinen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 416).

Die Linsenfasern sind manchmal fein längsstreifig auch wohl mit zarten Querlinien versehen, die weder auf Fasern noch auf Zellen zu beziehen sind. — Die oberflächlichen Linsenfasern besitzen in der Gegend des Aequators der Linse je Einen schönen Kern, der, je weiter nach innen man geht, um so kleiner wird und endlich schwindet. — An Schliffen trockner Linsen fand *Thomas* zwei oder drei Systeme von Kreislinien, die *Czermák* in zusagender Weise aus dem Baue der Linse erklärt hat (l. i. c.). — *Finkbeiner* beschreibt an der hintern Capselwand ein Epithel, eine Angabe, die auf Verwechselungen mit den Abdrücken der Enden der Linsenfasern (siehe Mikr. Anat. II. 2) zu beruhen scheint. Unbekannt ist mir auch die von diesem Forscher aussen auf dem vordern Theile der Capsel und auf der *Zonula* angegebene Zellenlage. Beide diese Angaben finden sich jedoch auch bei *Nunneley*. — Die in Deutschland mit Recht ganz verlassene Ansicht, dass an der vordern Seite der Linse ausser dem Epithel noch eine Schicht von Zellen, die Bildungszellen der Linsenfasern sein sollen, vorkomme, hat in *Robin* wieder einen Vertheidiger gefunden (l. i. c.). Was *Robin* meint, sind nichts als die verbreiterten Enden der Linsenröhren (Mikr. Anat. Figg. 416, 417, 418), wie aus seiner Beschreibung auf S. 7 des Separatdruckes deutlich hervorgeht, wo auch die irrthümliche Ansicht sich findet, dass die Linsenfasern durch Verschmelzung solcher Zellen sich bilden.

§. 227.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, erfüllt den Raum zwischen der Linse und der *Retina* vollständig, in der Art, dass er der eigentlichen *Retina* mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo die Verbindung etwas inniger ist, nur locker anliegt, dagegen sehr fest mit der *Corona ciliaris* und der Linse selbst sich verbindet. Die den Glaskörper umhüllende Haut nämlich, die *Membrana hyaloidea* oder Glashaut, die hinter der *Ora serrata* mit Ausnahme des Augengrundes, wo sie nach *H. Müller* 0,004^{mm} misst, ein äusserst feines und zartes, wasserhelles, unter dem Mikroskope kaum bemerkbares Häutchen darstellt, wird vor derselben etwas fester (Fig. 354, *l*) und geht als *Pars ciliaris hyaloideae s. Zonula Zinnii (Lig. suspensorium lentis Bowman)* zum Rande der Linse, um mit der Capsel derselben zu verschmelzen. Hierbei sondert sie sich in zwei Blätter, in ein hinteres *(v)*, welches etwas hinter dem Rande der Linse mit deren Capsel verschmilzt, jedoch in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube des Glaskörpers nachzuweisen ist *(Arlt, H. Müller)*, und in ein vorderes *(u)* mit den Ciliarfortsätzen verbundenes, die *Zonula* im engern Sinne, die etwas vor dem Rande der Linse an die Capsel derselben sich ansetzt. Zwischen beiden Blättern und dem Rande der Linse bleibt ein im Querschnitte dreieckiger, ringförmig die Linse umgebender Raum, der *Canalis Petiti* offen, der, obschon etwas wasserklare Feuchtigkeit enthaltend, doch im Leben sehr eng ist, indem seine vordere Wand oder die *Zonula Zinnii*, so lange sie mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt, entsprechend denselben als eine vielfach gefaltete Haut erscheint, wodurch sie an eben so vielen Stellen als Ciliarfortsätze sind, der hintern Wand sehr sich nähert. Diese Falten sind auch da noch sichtbar, wo die *Zonula*, die Ciliarfortsätze verlassend, frei als Theil der hintern Wand der

Camera oculi posterior an den Linsenrand herübergeht, und setzt sich dieselbe aus diesem Grunde nicht in einer geraden, sondern leicht wellenförmigen Linie theils vor, theils hinter dem Aequator der Linse (*Brücke, H. Müller*) an die Linsencapsel an. Nach *Finkbeiner* sollen die feinen Fasern, in welche dieses Blatt ausläuft, in gewissen Fällen über die ganze vordere Wand der Linsencapsel zu verfolgen sein.

Bezüglich auf den Bau der genannten Theile, so hat man sich in der neuern Zeit viel Mühe gegeben, denjenigen des eigentlichen Glaskörpers zu ermitteln, und möchte man endlich der Wahrheit ziemlich nahe gekommen sein. *Brücke's* Ansicht, dass der Glaskörper ähnlich einer Zwiebel aus ineinander geschachtelten, durch eine gallertartige Flüssigkeit getrennten Blättern bestehe, wurde von *Bowman* widerlegt, der zeigte, dass die von *Brücke* zur Darstellung dieser Blätter angewandte starke Lösung von essigsaurem Bleioxyd nicht nur von der Oberfläche, sondern auch von jeder beliebigen Schnittfläche aus, den Anschein einer Schichtung erzeugt, ohne jedoch wirkliche Blätter deutlich zu machen. Mehr scheint *Hannover's* Behauptung für sich zu haben, wornach im Glaskörper des Menschen (Fig. 382, *A*) nach Behandlung desselben mit Chromsäure eine Menge Scheidewände sich finden, die von der Oberfläche aus gegen die Axe des Glaskörpers verlaufen, so dass im senkrechten Querschnitte viele vom Mittelpunkte ausgehende Linien erscheinen und das Ganze dem Querschnitte einer liegenden Orange ähnlich wäre (bei den Säugern sah *H.* geschichtete Blätter, wie bei einer Zwiebel, Fig. 382, *B*), indem wenigstens der Glaskörper von Neugeborenen nach *Bowman* (*Lectures* p. 97. Fig. 5) in *Ac. chromicum* ganz ausgezeichnet ein solches gefächertes Ansehen zeigt; allein es ist zu bemerken, dass nach des letzteren Forschers Erfahrungen im Auge des Erwachsenen die Verhältnisse ziemlich andere sind, indem hier an Chromsäurestücken äusserlich einige Blätter, dann sehr unregelmässige strahlig angeordnete Scheidewände, endlich eine unregelmässige mittlere Höhle sich findet. Nimmt man hierzu, dass diese durch Chromsäure gebildeten Blätter ebenfalls nicht als wirkliche Häute sich nachweisen lassen, und dass im frischen Glaskörper nichts von ihnen zu sehen ist, so wird man auch die durch dieses zweite Mittel erzeugten Bilder nicht als viel beweisend ansehen können.

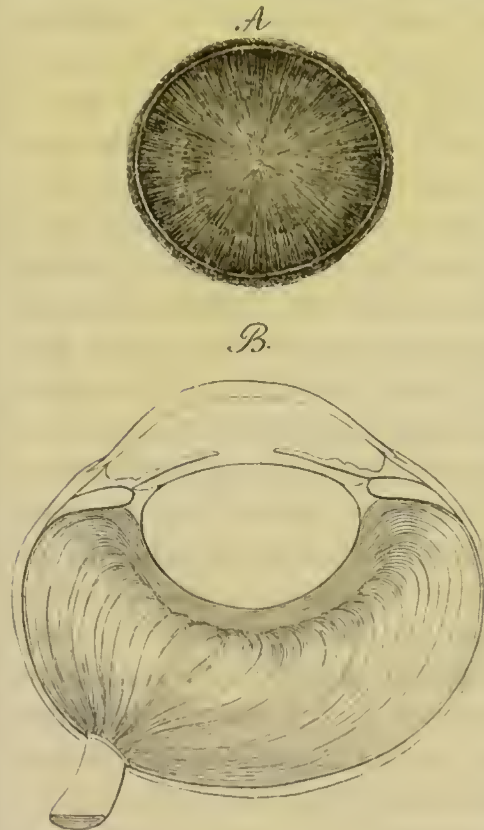


Fig. 382.

Eine richtigere Anschauung von der Zusammensetzung des Glaskörpers

Fig. 382. Abschnitte in Chromsäure erhärteter Glaskörper. *A.* Querschnitt durch ein menschliches Auge senkrecht auf die optische Axe, mit strahlenförmiger Streifung im *Corpus vitreum*. *B.* Schnitt, parallel der optischen Axe und wagerecht durch ein Pferdeauge, um die eigenthümliche Schichtung des Glaskörpers zu zeigen. Nach *Hannover*.

lässt sich, wie es scheint, an der Hand der Entwickelungsgeschichte gewinnen. Man weiss schon längst, dass der Glaskörper beim Fötus im Innern Gefässe hat (die bisher ziemlich allgemein angenommenen oberflächlichen Glaskörpergefässe sind nach den Untersuchungen von *H. Müller* die sich entwickelnden Netzhautgefässe), und hätte hieraus schliessen können, dass auch ein dieselben tragendes Gewebe vorhanden sein müsse, allein Niemand versuchte früher durch das Mikroskop weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Erst *Bowman* (*Lectures* p. 97. Fig. 7 und p. 100) meldet, dass der Glaskörper des Neugeborenen einen sehr deutlichen und eigenthümlichen faserigen Bau darbiete, indem derselbe aus einem dichten Netze von Fasern bestehe, die an den Knotenpunkten kernartige dunkle Körperchen besitzen, so dass eine bedeutende Aehnlichkeit mit dem Schmelzorgane (d. h. dem Zellennetze der Gallerte desselben) des embryonalen Zahnsäckchens herauskomme. Hiermit stimmt, was später *Virchow* fand, so ziemlich überein. Der Glaskörper von 4″ langen Schweineembryonen besteht nach diesem Forscher aus einer gleichartigen, an einzelnen Stellen leicht streifigen, schleimhaltigen Substanz, in der in regelmässigen Abständen runde kernhaltige körnige Zellen zerstreut liegen. Am Umfange desselben findet sich eine feine Haut mit sehr zierlichen Gefässnetzen und einem feinfaserigen Maschenwerke, welches an den Knotenpunkten Kerne enthält und in seinen Maschen ebenfalls gallertigen Schleim mit runden Zellen einschliesst. Hiernach, und weil er im Glaskörper des Erwachsenen auch Schleim gefunden, glaubt *Virchow* das Gewebe des embryonalen *Corpus vitreum* dem von ihm sogenannten Schleimgewebe, meiner gallertigen einfachen Bindesubstanz (s. §. 25) an die Seite stellen und annehmen zu dürfen, dass im Laufe der Entwickelung der Bau sich in der Art ändere, dass die Zellen untergehen und die Zwischensubstanz allein bleibe. Was mich betrifft, so finde ich im Glaskörper menschlicher und thierischer Embryonen, so wie bei Kindern und jungen Thieren nirgends etwas Anderes, als eine gleichartige schleimhaltende Grundsubstanz und viele ziemlich regelmässig in Abständen von 0,01–0,02‴, selbst 0,03‴ in derselben vertheilte runde oder längliche, körnige, kernhaltige Zellen von 0,004 — 0,01‴; sternförmige netzförmig verbundene Zellen sah ich zwar auch, allein immer nur an der Aussenseite der *Membrana hyaloidea*, und waren dieselben, so wie einmal die bekannten Gefässe aussen an der *Hyaloidea*, d. h. die Netzhautgefässe nach *H. Müller*, Blut zu führen begannen, mit Leichtigkeit im Zusammenhange mit denselben und als sich entwickelnde Capillaren nachzuweisen. Von Häuten, wie sie *Hannover* beschreibt, sah ich mit dem Mikroskope niemals eine sichere Spur, und doch müssten dieselben, wie ich ungescheut behaupte, wenn vorhanden, eben so gut an ihren Falten zu erkennen sein, wie die äusserst zarte *Hyaloidea* selbst. Im Glaskörper des Erwachsenen war von den frühern Verhältnissen meist nur die gleichartige Grundsubstanz geblieben und die Zellen verschwunden, doch traf ich die letztern in manchen Fällen auch hier noch spärlich und undeutlich, namentlich in den an die Linse und die *M. hyaloidea* überhaupt grenzenden Theilen des Organs. — Aus diesen Erfahrungen zieht ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher einen Bau besitzt, der noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen innern Theilen, jede Spur desselben verloren geht

und derselbe nur aus einem mehr oder minder dichten Schleime besteht (cf. §. 25).

Zonula Zinnii. An der *Ora serrata* kommt die Glashaut in innige Berührung mit der *Retina* und diese wiederum mit der *Chorioidea*, so dass es nicht leicht ist, das wahre Verhalten der oben schon berührten *Zonula Zinnii* aufzuklären. Sieht man von der *Pars ciliaris retinae* ab, die oben schon beschrieben wurde, so ist die *Zonula* ein dünnes durchsichtiges, aber ziemlich festes Häutchen, das von der *Ora serrata retinae* bis zum Rande der Linse sich erstreckt und als Fortsetzung der *Membrana hyaloidea* erscheint. Dasselbe besteht aus eigenthümlichen blassen, schon von *Henle* sehr gut geschilderten Fasern, welche an gewisse Formen des Bindegewebes erinnern, nur steifer sind, meist keine deutlichen Fibrillen zeigen und in Essigsäure weniger aufquellen. Dieselben beginnen etwas hinter der *Ora serrata retinae* an der Aussenseite der *Hyaloidea*, jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben, sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage, an Stärke zunehmend (bis zu 0,004''', selbst 0,01''' und dicker), unter häufigen Theilungen und Verbindungen, grösstentheils nebeneinander nach vorn, bis sie am freien Theile der *Zonula* eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen für sich darstellbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsencapsel verschmelzen. Von der *Ora serrata* bis zum Anfange des *Petit*'schen Kanals ist neben den Zonulafasern eine *Hyaloidea* nicht mehr zu unterscheiden, an dem genannten Kanale dagegen, wo sich die Masse des Glaskörpers von der Faserschicht trennt, besitzt derselbe wiederum eine jedoch noch zartere Begrenzung als früher, die die hintere Wand des *Petit*'schen Kanals bildet, und dann in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube sehr innig mit dem hintern Blatte der Linsencapsel sich vereint.

Von den neueren Untersuchern des Glaskörpers hat sich *Finkbeiner* so ziemlich an *Hannover* angeschlossen, während *Doncan* mehr der von *Virchow* und mir vertretenen Ansicht huldigt. Der erste Forscher, der sich des Sublimats als Erhärtungsmittel bediente, findet den Glaskörper beim Menschen so gebaut, wie ihn *Hannover* schildert, konnte dagegen bei Säugethieren nur 7—12 ineinander geschachtelte Säcke finden und nicht so viele wie *Hannover* angibt. Bei sorgfältiger Untersuchung kann man nach Eröffnung der *Hyaloidea*, die Säcke nach und nach einzeln öffnen. Der innerste Sack enthält einen grössern und mit Glasfeuchtigkeit erfüllten Raum, der vom *Canalis hyaloideus* (d. h. der unwegsam gewordenen *Art. hyaloidea*) durchsetzt wird, an dessen Wände die Säcke sich ansetzen. Die *Membrana hyaloidea* besteht nach *Finkbeiner* aus feinen Fäserchen und einem Epithel, das in der Nähe des Sehnerven sehr grosszellig sein soll, und ebenso sollen auch die Häute im Innern feinfaserig sein und ein kleines Epithel darbieten. — Ich habe von einem solchen Epithel, das neulich auch *Ritter* bestatigt, noch nichts wahrgenommen und erweckt es nicht gerade grosses Zutrauen, dass *Finkbeiner* die Zellen des *Pars ciliaris retinae* zum Epithel des Glaskörpers zählt.

Doncan betont vor Allem den Umstand, dass, wie bekannt, beim Durchschneiden des Glaskörpers Flüssigkeit ausfliesse, während etwas Dichteres zurückbleibe, und meint, die Ansicht von *Virchow* und mir sei nicht ausreichend, um diess zu erklären. Einzelnheiten anlangend, so fand *Doncan* im Glaskörper 1) die schon oben ererwähnten Zellen; 2) hie und da ohne Regelmässigkeit feine mit Körnchen besetzte Fasern; 3) einzelne Körnchenhaufen von verschiedener Grösse und 4) gefaltete hautartige Fetzen in den vorderen Theilen des Organes. Von den *Hannover*'schen Häuten sah *Doncan* am frischen Glaskörper, sowie nach Anwendung von Bleiessig und Chrom-

säure nichts. Doch besässen Chromsäurestücke eine speichenartige Streifung, von der es *Doncan* unentschieden lässt, ob sie auf eine Abtheilung des Glaskörpers in bestimmte Schichten hinweise oder einfach künstlich erzeugt sei. Ausserdem hebt *Doncan* hervor, dass durch Berlinerblau-Niederschläge zwar die *Hyaloidea* aber keine Häute im Innern sich färben, so wie dass die Art der Bewegung der *Mouches volantes* gegen den *Hannover*'schen Bau spreche. Doch ist er auf der andern Seite aus demselben Grunde auch dafür, im Glaskörper bestimmte mit Flüssigkeit gefüllte Räume anzunehmen, obwohl er dieselben nicht nachzuweisen im Stande war. Diese Räume müssten, den Bewegungen der *Mouches volantes* nach zu schliessen, im hinteren Theile des Organes besonders in senkrechter Richtung bis zu 3mm ausgedehnt sein, im vordern Theile dagegen in querer Richtung. In der Sehaxe ferner müssten unbekannte Hemmnisse sein (die verkümmerte *Art. hyaloidea? K.*), welche Bewegungen von Körpern von vorn nach hinten und von rechts nach links verhindern.

In der Nähe des Sehnerveneintritts fand *H. Müller* an der *Hyaloidea* ein etwas knotiges Netz mit einzelnen Kernen, wahrscheinlich ein Rest der fötalen Gefässe, welches auch in Thieraugen an der verkümmerten *Art. hyaloidea* sich findet. Aehnliches beschreibt neulich auch *Klebs*.

B. Nebenorgane.

§. 228.

Die Augenlider haben als Stütze die sogenannten Augenlidknorpel, *Tarsi*, dünne, halbmondförmige, biegsame, aber ziemlich elastische, innen und aussen durch fibröse Bänder, die *Ligg. tarsi*, befestigte Platten, welche dem Baue nach zu dem festen geformten Bindegewebe gehören, jedoch hie und da auch eine gewisse Zahl kleiner Knorpelzellen enthalten. Ueberzogen werden diese 0,3 — 0,4‴ dicken Platten, deren Fasern vorzüglich den Rändern gleich verlaufen, aussen von dem *Orbicularis palpebrarum* und der Haut, innen von der Bindehaut. Die äussere Haut ist hier sehr dünn ($^1/_5$—$^1/_8$‴), mit dünnem fettlosem lockerem Unterhautbindegewebe, zarter, 0,055-0,058‴ dicker Oberhaut und kurzen Papillen (von $^1/_{66}$—$^1/_{40}$‴), besitzt jedoch noch in ihrer ganzen Ausdehnung kleine Schweissdrüsen (von $^1/_{10}$—$^1/_{12}$‴) und fast ohne Ausnahme viele kleine Härchen (häufig, ob immer, weiss ich nicht, ohne nebenstehende Talgdrüsen), welche letzteren am Rande der Lider als Augenwimpern eine bedeutendere Entwickelung zeigen und auch mit kleinen Talgdrüsen versehen sind. Dem Baue und der Absonderung nach mit den Talgdrüsen vollkommen übereinstimmend, dagegen in der Form etwas abweichend, sind die *Meibom*'schen Drüsen, welche, 20 — 40 an der Zahl, in Gestalt langgestreckter weisser zierlicher Träubchen, eine neben der andern, in den Augenlidknorpeln drin stecken, so dass die Längenaxen der Drüsen diejenige der *Tarsi* unter einem rechten Winkel schneiden. Jede von diesen Drüsen, die an umgeschlagenen Augenlidern ohne Weiteres zu sehen sind und nicht die volle Breite der *Tarsi* einnehmen, besteht aus einem geraden, 0,04 — 0,05‴ weiten Ausführungsgange, der an seiner Ausmündung an der innern Kante des freien Augenlidrandes noch von gewöhnlicher Epidermis mit Hornschicht und Schleimschicht ausgekleidet ist, weiter unten wie bei den Talgdrüsen sich verhält. Derselbe ist in seinem ganzen Verlaufe mit runden oder birnförmigen kurzgestielten, einzeln stehenden, oder zu mehreren vereinigten Drüsenbläschen von 0,04-0,07-0,1‴ besetzt, in denen in derselben Weise, wie von den Talgdrüsen schon geschildert wurde (§. 79),

eine beständige Bildung von fetthaltigen, runden, 0,005—0,01‴ grossen Zellen statt hat, welche von den Talgzellen nur dadurch sich unterscheiden, dass ihre Fetttropfen gewöhnlich nicht in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen, sondern getrennt bleiben. Indem diese Zellen nach dem Ausführungsgange zu rücken, zerfallen sie nach und nach in einen weisslichen Brei von Fetttröpfchen und bilden die sogenannte Augenbutter, *Lema s. Sebum palpebrale.* — Der *Orbicularis palpebrarum* aus quergestreiften, jedoch eher dünneren und blassen Muskelfasern gebildet, liegt unmittelbar an der Haut und ist in seinem *Stratum internum* durch eine Lage lockeren, zum Theil fetthaltigen Bindegewebes von den *Tarsi* getrennt, so dass er sammt der Haut leicht in einer Falte von denselben abgehoben werden kann. Nur gegen den freien Augenlidrand hängt dieser Muskel fester mit denselben zusammen und zeigt hier auch ein durch die Bälge der Augenwimpern von dem übrigen Muskel getrenntes, am Rande selbst befindliches Bündel, den sogenannten Wimpermuskel, *Musculus ciliaris (Riolan)*, von dem einzelne Bündel selbst hinter den Ausführungsgängen der *Meibom*'schen Drüsen liegen können (*Löwig, Moll, Albini*). Nach *H. Müller's* Entdeckung kommen an den Augenlidern des Menschen und der Säuger auch hautartige Lagen glatter Muskeln vor, die er *M. palpebrales inferior et superior* nennt. Der obere Muskel beginnt an der untern Fläche des *Levator palpebrae* im Zusammenhange mit demselben und geht dicht an der *Conjunctiva* bis nahe an den oberen Rand des *Tarsus*. Der untere Muskel entspringt im Bindegewebe um den *Obliquus inferior* und geht ebenfalls bis nahe an den Rand des *Tarsus inferior*. Beide Muskellagen sind von viel Fett durchsetzt und zeigen netzförmige Anordnung ihrer Muskelbündel.

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, eine Schleimhaut, beginnt am freien Augenlidrande als unmittelbare Fortsetzung der äussern Haut, bekleidet die hintere Fläche der Augenlider und schlägt sich dann auf den Augapfel über, um den vordersten Theil der *Sclerotica* und die ganze *Cornea* zu überziehen. Die *Conjunctiva palpebrarum* ist ein 0,12—0,16‴ dickes röthliches Häutchen, das mit der hintern Fläche der *Tarsi* sehr innig zusammenhängt, und aus einer der *Cutis* entsprechenden derben Bindegewebslage von 0,08—0,11‴ Dicke und einem geschichteten 0,04‴ dicken Epithel mit länglichen Zellen in der Tiefe, vieleckigen, leicht abgeplatteten, kernhaltigen, beim Menschen, so viel ich sehe, nicht flimmernden Zellen oben besteht. Auch Papillen, ähnlich denen der *Cutis*, finden sich an der Bindehaut der Lider, die einen kleiner und mehr walzenförmig, andere, namentlich gegen die Umbiegungsstelle hin, wo die Haut überhaupt an Dicke zunimmt, grösser (bis $^1/_{10}$‴ lang) und warzen- und pilzförmig. An der Umbeugungsstelle selbst beschreiben *C. Krause*, auch *Sappey* und *W. Krause*, kleine traubenförmige Schleimdrüsen von $^1/_{10}$—$^1/_3$‴ Grösse, welche nach *W. Krause* am obern Lide bis zu 42 an Zahl, am untern nur zu 2—6 vorkommen. Die *Conjunctiva scleroticae* ist weiss, minder derb und dick, als die der Lider, an feinen elastischen Fasern ziemlich reich und durch ein reichliches submucöses, mit mehr oder weniger Fettzellen versehenes Bindegewebe locker und verschiebbar an die harte Haut geheftet. Papillen fehlen hier, ausser an der Umbeugungsstelle, ganz, dagegen ist das Epithel recht entwickelt, wie an der *Conjunctiva corneae*, und unter demselben zeigt sich nicht selten als äus-

serste Schicht der eigentlichen Schleimhaut ein sehr deutlicher gleichartiger schmaler Saum. Am Rande der Hornhaut erzeugt die *Conjunctiva scleroticae*, namentlich bei alten Leuten, einen $\frac{1}{2}$–1‴ breiten ringförmigen leichten Wulst, *Annulus conjunctivae*, der unten und besonders oben etwas auf die *Cornea* übergreift. Von der Bindehaut der Hornhaut war schon oben die Rede, und ist nur noch der *Plica semilunaris* oder des dritten Augenlides am innern Augenwinkel Erwähnung zu thun. Dasselbe ist eine einfache Falte der *Conjunctiva scleroticae*, welche vorn in einer hügelartigen Erhebung, der *Caruncula lacrymalis*, etwa ein Dutzend feine Härchen mit eben so vielen um dieselben herumliegenden Häufchen von Talgdrüsen von $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$‴ und viele Fettzellen enthält. Auch an dieser Stelle hat *H. Müller* einzelne Züge glatter Muskeln gefunden, die er als eine Andeutung der Nickhautmuskeln der Thiere ansieht.

In der *Conjunctiva bulbi* am Rande der Hornhaut entdeckte *Manz* beim Kalbe knäuelförmige Drüsen, ähnlich den Schweissdrüsen, und beim Schweine einfache flaschenförmige Drüschen, dagegen gelang es ihm beim Menschen nicht, ähnliche Organe zu finden. Diese *Manz*'schen Drüsen wurden von *W. Krause* bestätigt, der sie beim Menschen auch nicht fand, ebenso von *Stromeyer*. Der Letztere sah dieselben nicht nur bei noch andern Säugern (Pferd, Reh, Fuchs, Schaf), sondern auch beim Menschen, und zwar in allen Theilen der *Conjunctiva* in Gestalt runder oder eiförmiger Säckchen mit weiter Mündung, die so gross werden können, dass sie von freiem Auge zu sehen seien.

Ausserdem ist die Neuzeit noch auf das Vorkommen von Balgdrüsen, ähnlich den solitären und *Peyer*'schen Drüsen des Darmes, in der *Conjunctiva* aufmerksam geworden, die ich nach ihrem ersten Beobachter, die *Bruch*'schen Follikel nenne. Schon vor Jahren traf *Bruch* eine zusammengesetzte solche Balgdrüse am untern Augenlide des Rindes, worauf dann später *Stromeyer* bei vielen Säugern an den Augenlidern und der *Palpebra tertia* solche Bildungen auffand. *Stromeyer* erklärte diese Gebilde für pathologisch und erinnerte an die beim Menschen durch die trachomatöse Augenentzündung entstehenden Veränderungen, in welcher Beziehung jedoch *W. Krause* ihm entgegentrat, das natürliche Vorkommen derselben nachwies und sie als Lymphfollikel der *Conjunctiva* bezeichnete. Diese Auffassung ist wohl unstreitig die richtige, und wird daher wohl der von *Henle* im Sinne *Stromeyer*'s gebrauchte Name »Trachomdrüsen« besser nicht weiter verwendet. Beim Menschen sind übrigens diese Gebilde, wenn auch nach *W. Krause* an den Lidern vorhanden, doch spärlich, sehr unentwickelt und übersteigen 0,2‴ nicht. Neben ihnen finden sich nach *W. Krause* auch Schleimhautstellen ohne scharfe Begrenzung, die dasselbe Gewebe (cytogene Bindesubstanz) zeigen, wie das Innere der *Bruch*'schen Follikel, ein Verhalten, das auch bei Thieren gesehen ist.

Der Thränenapparat besteht erstens aus den Thränendrüsen, einer gewissen Zahl grösserer und kleinerer, zusammengesetzt traubiger Drüsen, die in zwei Gruppen, der sogenannten obern und untern Thränendrüse, angeordnet sind, und im Baue der grössern und kleinern Läppchen, so wie der 0,02 — 0,04‴ weiten rundlichen Drüsenblasen vollkommen an die Speichel- und Schleimdrüsen sich anschliessen (siehe §§. 139, 141). Die Aus-

führungsgänge derselben durchbohren, 6—12 an der Zahl, in der Falte zwischen dem äussern Theile des obern Augenlides und dem *Bulbus* die *Conjunctiva*, und sind äusserst feine, aus Bindegewebe mit einigen Kernen und elastischen Fäserchen und einem walzenförmigen Epithel gebildete Kanälchen, deren Darstellung beim Menschen äusserst schwierig ist, dagegen bei Thieren (beim Ochsen z. B.) leicht gelingt. — Eben so einfach wie die Ausführungsgänge der Thränendrüsen sind auch die die Thränen ableitenden Wege gebaut, und bestehen dieselben nur aus einem derben Bindegewebe mit vielen, namentlich in den Thränenkanälchen zahlreichen, Netzen feiner elastischer Fasern, das als Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der *Conjunctiva* erscheint, und einem Epithel, das in den *Canaliculi lacrymales* ein geschichtetes Pflasterepithelium wie auf der *Conjunctiva* ist, im Thränensacke und dem Thränengange dagegen wie das der Nasenhöhle flimmert. (Nach *Maier* findet sich auch hier nur Pflasterepithel.) — Am untern Ende des Thränenganges findet *Maier* eine so reichliche Entwickelung von Gefässen, namentlich von Venen, dass eine Aehnlichkeit mit den *Corpora cavernosa* entsteht, was *Stellwag v. Carion* bestätigt. — Die Augen- und Augenlidermuskeln, auch der *Musculus Horneri*, bestehen alle aus quergestreiften Muskelfasern und zeigen, wie ihre Sehnen, keine Abweichungen von denen von Rumpf und Extremitäten. Die *Capsula Tenoni* vergleicht *Linhart* mit einem Schleimbeutel, da sie stellenweise mit der *Sclerotica* nicht verbunden und ganz glatt sei, und auch ein Pflasterepithel besitze, und was die *Trochlea* betrifft, so wird dieselbe vorzüglich von derbem Bindegewebe gebildet, in dem nur wenige Knorpelzellen nachzuweisen sind. Der *Musculus orbitalis* der Säuger, der nach *H. Müller's* Entdeckung ein glatter Muskel ist, findet sich nach demselben Forscher auch andeutungsweise beim Menschen und zwar erstens als eine die *Fissura orbitalis inferior* überbrückende Muskelschicht, und zweitens auch an der Decke der Augenhöhle.

Die Gefässe der in diesem §. geschilderten Organe zeigen wenig Bemerkenswerthes. Am reichlichsten sind dieselben, abgesehen von den Muskeln und der Haut, in der *Conjunctiva palpebrarum*, in der sie namentlich auch in die Papillen eingehen, in denen nach *Hyrtl* der absteigende Schenkel der Gefässschlinge den andern um fast das Doppelte an Stärke übertrifft, und dann in den Thränendrüsen und der *Caruncula lacrymalis*. Auch die *Conjunctiva slerotica*e hat viele Gefässe, und eben so sind auch die *Meibom'*schen Drüsen innerhalb der *Tarsi* von einzelnen solchen umgeben. Saugadern sind, mit Ausnahme der Haut der Augenlider, nur in der *Conjunctiva scleroticae* von *Arnold* und neulich auch von *Teichmann* nachgewiesen, wo sie ein am Rande der Hornhaut feineres, nach aussen lockeres Netz bilden und durch mehrere Stämmchen nach aussen abführen. Mit Bezug auf die Lymphgefässe der Hornhaut ist hier noch nachzutragen, dass *Teichmann* vom feinen Netze der *Conjunctiva* am Rande dieser Haut einzelne Aeste bis 0,1^{mm} weit gegen die Mitte der *Cornea* verfolgen konnte, Gefässe, die mit denen übereinzustimmen scheinen, die ich bei der Katze entdeckte (siehe oben). Im Innern der Hornhaut spritzte *Teichmann* gefässähnliche Räume ein, deren Verbindung mit Lymphgefässen nicht nachgewiesen werden konnte. An Nerven sind die Augenlider und die Bindehaut überhaupt bedeutend reich, ihr Verhalten ist jedoch nur in der *Conjunctiva* genauer untersucht.

Ich fand hier beim Menschen Endplexus wie in der äussern Haut, mit zahlreichen Theilungen an 0,001 — 0,006''' dicken Röhren bis an den Cornearand hin. Ausserdem zeigten sich auch in einem Falle gegen die Bindehaut der Augenlider zu eigenthümliche Nervenknäuel von 0,02—0,028''' Grösse, in die meist eine Nervenfaser eintrat, während 2 — 4 herauskamen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 31. Fig. 13, *A*. 3). Ueber die von *Krause* hier gefundenen Endkolben siehe §. 42.

§. 229.

Physiologische Bemerkungen. Ueber die histiologische Entwickelung der Augen ist hier nur Folgendes zu bemerken. Dieselben bestehen in früheren Zeiten in allen ihren Theilen aus gleichmässigen Bildungszellen, welche im Laufe der Zeit in die verschiedenen Gewebe sich umwandeln. In der Faserhaut werden im zweiten und dritten Monate die Zellen in oben (§. 28) geschilderter Weise zu Bindegewebe, und zugleich hiermit bildet sich dann auch die Verschiedenheit der Hornhaut und harten Haut aus, welche anfangs auch äusserlich sich ganz gleich sind und nur Eine Haut ausmachen. In der *Uvea* werden die Zellen zumeist zur Bildung der Gefässe aufgebraucht, ein anderer Theil geht, indem er im Anfange des dritten Monats Pigmentkörnchen in sich ablagert, in die inneren und äusseren Pigmentlagen, noch andere in Muskeln, Nerven, Epithelien und Bindegewebe dieser Häute über. In der *Retina* lässt sich die Entwickelung der Nervenzellen und der sogenannten Körner aus embryonalen Zellen leicht verfolgen. Dasselbe habe ich von den Zapfen gesehen, und ebenso glaube ich beim Frosche auch für die Stäbchen annehmen zu dürfen, dass dieselben nichts als verlängerte Zellen sind (siehe Mikr. Anat. II. 2. S. 730), dagegen ist die Bildung der Stäbchen bei Säugethieren und die der Nervenfasern selbst noch nicht verfolgt. Die Linse endlich besteht anfänglich ganz aus Zellen, welche im Laufe der Zeit in Fasern übergehen. Ich stimme *H. Meyer* bei, wenn er aus dem Umstande, dass die fötalen und kindlichen Linsenfasern nur je Einen Kern zeigen, schliesst, dass dieselben jede aus einer einzigen Zelle sich entwickeln. Diese Kerne bilden im Ganzen aufgefasst eine von den Rändern der Linse aus mitten durch ihre vordere Hälfte gehende dünne Lage mit einer schwachen Wölbung nach vorn (Kernzone, *Meyer*), und sind in den innern

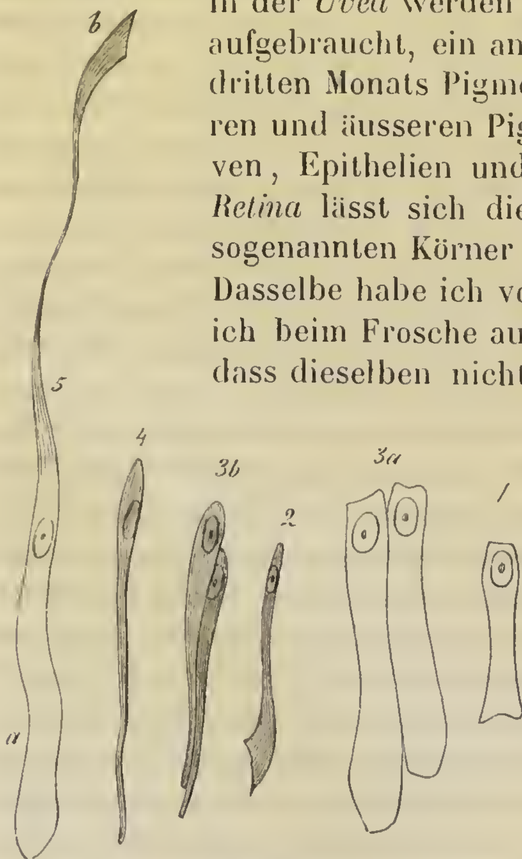


Fig. 383.

Fig. 383. In Entwickelung begriffene Linsenfasern von einem Erwachsenen, 350mal vergr. 1. Eine ganz junge Faser von der Fläche mit dem Kerne am vordern Ende. 2. Eine solche etwas längere von der Seite. 3*a*. Noch längere Fasern von der Fläche. 3*b*. Ebensolche von der Seite, welche alle noch nicht nach vorn zu angewachsen sind. 4. Eine solche, bei der die Verlängerung nach vorn beginnt. 5. Nach beiden Enden verlängerte, schon ziemlich lange Faser, *a*. hinteres, *b*. vorderes Ende derselben.

Theilen kleiner, wie in Auflösung begriffen, woraus zu schliessen ist, dass die Linse durch Anlagerung von dünnen Schichten von aussen wächst. Die Bildungszellen der Linsenröhren sind die an der vordern Hälfte der Capsel befindlichen Zellen und ist nach dem, was ich sehe, der Ausgangspunkt der Bildung der Linsenelemente der Rand des Organs. Noch in Linsen Erwachsener sieht man, wie ich gezeigt habe (Mikr. Anat. II. 2. S. 730 flgde.), am Rande des Organs der Linsencapsel innig anhaftend alle Entwickelungsstufen der Linsenfasern (Fig. 383) und überzeugt man sich, dass dieselben wirklich aus den Zellen des Epithels hervorgehen. —

Untersuchung des Sehorgans. Die Faserhaut des Auges untersucht man frisch und an aufgeweichten Schnitten getrockneter Stücke, welche letzteren namentlich auch von der *Cornea* und der Uebergangsstelle derselben in die *Sclerotica* gute Bilder geben. Trocknet man nach Herausnahme von Glaskörper und Linse die *Iris* und *Chorioidea* mit, so kann man auch die Verbindung derselben unter einander und mit der Faserhaut untersuchen. Die Hornhautkörperchen sieht man an Flächen- und senkrechten Schnitten nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure sehr gut, ausserdem prächtig nach Behandlung mit Höllenstein nach dem Verfahren von *His* (siehe oben). Um die Nerven und Gefässe der Hornhaut zu sehen, schneidet man an frischen Augen durch einen Kreisschnitt die Hornhaut mit dem Rande der *Sclerotica* ab, theilt das Ganze in drei oder vier Abschnitte, welche man, damit sie besser sich legen, am Schnittrande noch mit kleinen Einschnitten versehen kann, befeuchtet mit *Humor aqueus* und bedeckt mit einem dünnen Plättchen. Dann sucht man erst mit einer kleineren Vergrösserung am Hornhautrande die hier meist noch dunklen Nervenstämme und verfolgt sie dann mit stärkeren Linsen. Am schönsten sind die Nerven in Kaninchenaugen, wo ich ihre Stämme von blossem Auge erkenne, doch lassen sich dieselben auch in andern Augen in der Regel leicht finden, immer schwer nach der Mitte zu verfolgen. Ist das Epithel trübe, so muss man es durch Natron entfernen, welches anfänglich die Nerven nicht angreift. Zur Verfolgung der feinsten Nervenenden ist auch die Behandlung der Hornhaut mit der bei den Muskelnerven angegebenen sehr verdünnten Essigsäure brauchbar (*Sämisch*). Die Gefässe sind meist noch mit Blut gefüllt und machen daher keine Schwierigkeiten. Das Hornhautepithel sieht man von der Fläche, auf Schnitten trockener Hornhäute und beim Abkratzen sehr gut. Durch Behandlung desselben mit *Kali causticum* von 35 pCt. findet man in demselben auch mehrkernige Zellen mit deutlichen Zeichen einer Vermehrung derselben (*Schneider*). Die *Demours*'sche Haut ist auf Schnitten sehr deutlich, manchmal auch ihr Epithel, sonst sieht man letzteres schön von der Fläche und an losgelösten Fetzen der Haut. Der Uebergang dieser Haut in das *Lig. iridis pectinatum* wird auf Schnitten und durch sorgfältige Zergliederung erkannt. Im letztern Falle nehme man beim Ablösen der *Iris* und *Chorioidea* die innere Wand des *Schlemm*'schen Kanales sorgfältig mit und suche von ihm aus noch Theile der *Demoursiana* abzulösen, was oft ganz gut gelingt. Die *Uvea* macht wenig Schwierigkeit. Die Pigmentzellen des *Stroma* mit ihren Ausläufern und das innere Pigment sieht man sehr leicht, letzteres an Falteträndern und sorgfältig abgelösten Stückchen. Für den *Musc. ciliaris* ist ein frisches Auge nöthig, da seine Elemente bald unkenntlich werden. Die Irismuskeln erforscht man an einem blauen Auge, am besten von einem Kinde, nach Wegnahme des hintern Pigments, dann an weissen Kaninchenaugen, an denen der *Sphincter pupillae* ohne Weiteres mit Essigsäure leicht zu sehen ist. Für die Nerven der *Iris* ist dasselbe Verfahren anzuwenden, aber ein ganz frisches Auge und verdünntes Natron unumgänglich nöthig. Bei manchen Untersuchungen der *Uvea* ist es gut, dieselbe nach *v. Wittich* in Chlorwasser zu bleichen (s. Arch. f. Opthalm. II, 1. S. 125). Die *Retina* muss frisch von der Fläche, auf senkrechten Schnitten und an Faltenrändern untersucht werden und zwar mit *Humor vitreus* und ohne Anwendung von Deckglas, dann auch mit Hülfe leichten Druckes und des Zerzupfens. Von grosser Wichtigkeit ist die Chromsäure, welche zwar die Stäbchen theilweise, jedoch durchaus nicht immer verändert, aber die andern Theile um so besser erhält, und wären *Müller* und ich ohne dieses, von *Hannover* wegen seiner Einflüsse auf die Stäbchen mit Unrecht für die *Retina* als unpassend bezeichnetes Mittel nie zu den

angeführten Ergebnissen gekommen. Am zweckmässigsten ist es eine frische *Retina* gleich mit Chromsäure zu behandeln und alle Stufen der Einwirkung des Mittels Schritt für Schritt zu verfolgen. Nimmt man die Lösung sehr verdünnt, so werden die Elemente sehr wenig verändert und lassen sich namentlich leicht einzeln darstellen, ist sie etwas stärker, so sind dann namentlich Schnitte durch die *Retina* leicht anzufertigen, ohne welche man keine vollständige Anschauung des Baues dieser Haut gewinnt. Ich mache dieselben so, dass ich ein Stückcken *Retina* auf einem Objectträger mit wenig Chromsäurelösung so ausbreite, dass es flach liegt und nicht schwimmt. Dann werden mit einem scharfen gebogenen Scalpell oder Rasirmesser von einer gemachten Schnittfläche durch Druck von oben möglichst feine Schnitte entnommen, was bei etwelcher Uebung mit Leichtigkeit geht. Gut ist es jedoch, das schneidende Scalpell durch einen mit der andern Hand unter dasselbe gebrachten Scalpellstiel zu leiten, bis dasselbe unmittelbar über dem Rande der *Retina* steht. Hat man an solchen Schnitten, die vor Allem von der Gegend der *Macula lutea*, dann auch von andern Orten in der Quer- und Längsrichtung anzufertigen sind und die, wenn gerathen, nur wenige Lagen der Elemente darbieten müssen, die einzelnen Schichten, die sehr bestimmt von einander sich abgrenzen, untersucht, so kann man dieselben noch sorgfältig zerzupfen oder mit Natron durchsichtiger machen, welches letztere jedoch in der Regel nicht viel nützt, weil die Elemente erblassen. Die *Membr. hyaloidea* löst sich in ihrem hintern Abschnitte immer mit dem Glaskörper äusserst leicht von der *Retina* und ist an jedem Auge an Schnitten von der Oberfläche des Glaskörpers unter dem Mikroskope und zum Theil von blossem Auge in ihren Falten zu erkennen. Die *Zonula Zinnii* dagegen wird an frischen Augen immer von abgelöstem Pigmente und den Zellen der *Pars ciliaris retinae* und an ihrem hintern Ende von der *Retina* bedeckt, so dass sie hier nicht gut, fast nur an ihrem freien vordersten Theil zu erkennen ist. Immerhin kann man auch an solchen Stücken, nach möglichster Entfernung der anhaftenden Theile durch einen Pinsel, ziemlich deutliche Anschauungen erhalten, namentlich wenn man zu der Besichtigung der äussern und innern Fläche von Abschnitten der vom Glaskörper getrennten *Zonula* und zerzupfter Stücke auch noch die Untersuchung der Faltenränder, namentlich der innern Fläche nimmt, welche bei einiger Sorgfalt in der ganzen Ausdehnung der *Zonula* und ihrer Verbindungsstelle mit der *Retina* sich erhalten lassen. Sehr schön und fast rein trennt sich die *Zonula* im Zusammenhange mit der *Hyaloidea* von der *Pars ciliaris retinae* in halbfaulen Augen und an Glaskörpern, die einige Zeit in Wasser lagen, und sind solche Stücke vor Allem geeignet zu zeigen, dass die *Zonula* ein Theil der *Hyaloidea* ist, ferner wie ihre Fasern auftreten und verlaufen. Zur Untersuchung der Zonulafasern kann ich ausserdem besonders Chromsäure empfehlen, in der die Fasern ganz dunkel und glänzend werden, fast wie elastische Fasern. Linsencapsel und Epithel derselben machen keine Schwierigkeiten. Die Linsenröhren sind frisch sehr hell, werden aber in verdünnter Chromsäure ausgezeichnet deutlich. Schnitte gewinnt man von in Alkohol und Chromsäure erhärteten oder von trocknen Linsen leicht und kann man dieselben durch Essigsäure wieder durchsichtiger machen. — Die Nebenorgane der Augen bieten zu keinen besondern Bemerkungen Anlass, nur von den *Meibom*'schen Drüsen kann angegeben werden, dass sie an mit Essigsäure und Alkalien behandelten *Tarsi* und an Längs- und Querschnitten getrockneter solcher am besten wahrzunehmen sind.

Literatur. Auge als Ganzes: *E. Brücke*, Anat. Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847; *W. Bowman*, *Lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor.* London 1840; *A. Hannover*, *Bidrag til Ojets Anatomie, Physiologie og Pathol.* Kiöbenhavn 1850; *R. A Löwig*, *Quaestiones de oculi phys.* Vratisl. 1857.

Nebenorgane: *J. A. Moll*, *Bijdragen tot de nat. der. oogleden.* Utrecht 1857; *Albini*, Beitr. zur Anat. d. Augenlider, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1857. S. 32; *H. Müller*, Ueber einen glatten Muskel in der Augenhöhle des Menschen u. d. Säug., in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. S. 541; Ueber glatte Muskeln an den Augen d. Menschen u. Säugeth., in Würzb. Verh. Bd. IX; *R. Maier*, Ueber den Bau der Thränenorgane. Freiberg 1859; *Beraud*, *Note sur les glandes lacrymales*, in *Gaz. méd.* 1859. p. 827.

Conjunctiva: Sappey, *Sur les glandes des paupières*, in *Gaz. méd.* 1853; *W. Krause*, Ueber die Drüsen der *Conjunctiva*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1854. IV. S. 337.

J. Stromeyer, in Deutsch. Klinik. 1859. Nr. 25 (Drüsen d. Cornealrandes); *W. Manz*, Ueber neue Drüsen am Cornealrande, in Zeitschr. f. rat. Med. V. 1859. S. 122; *W. Krause*, in Die terminal. Körperch. 1860. S. 151 (Nerven) und Anatom. Unters. 1861, S. 133 und 145; *J. Arnold*, Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen. Heidelberg 1860.

Sclerotica: M. Erdl, Disq. anat. de oculo I. De m. sclerotica. Monach. 1839; *Bochdalek*, Ueber die Nerven d. *Sclerotica*, in Prager Vierteljahrsschr. 1849. IV. S. 119.

Cornea: *Kölliker*, Ueber die Nerven der Hornhaut, in Mitth. der naturf. Ges. in Zürich. 1848. Nr. 19; *Strube*, Der normale Bau der *Cornea*. Würzb. 1851. *Diss.*; *His*, Ueber den Bau der Hornhaut, in Würzb. Verh. III; *Coccius*, Ueber die Ernähr. der Hornhaut und der serumf. Gef. Leipzig 1852; *Henle*, im Jahresber. für 1852; *R. Maier*, Zur pathol. Anat. der *Cornea*, in Freiburg. Ber. 1855. Nr. 6; *Dornblüth*, Ueber den Bau der *Cornea*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII. S. 212 und Bd. VIII. S. 156; *Henle*, Ebend. S. 234; *v. Wittich*, in Arch. f. pathol. Anat. IX. S. 190; *A. Winther*, Unters. über den Bau der Hornhaut. Giessen 1856, und *Virch.* Arch. X. S. 505; *W. His*, Beitr. zur norm. u. pathol. Hist. der *Cornea*. Basel 1856; *A. Rollett*, Ueber das Gefüge der *Subst. propria corneae*, in den Wiener Ber. Bd. 33; *A. Classen*, Unters. über die Histologie der Hornhaut. Rostock 1858. *Diss.*; *Th. Langhans*, Die Gewebe der Hornhaut im norm. und pathol. Zustande, in Zeitschr. f. rat. Med. 1861. XII. S. 1; *M. Wilckens*, Ueber die Entw. d. Hornhaut, in *Henle's* Zeitschr. 1860. Bd. XI. S. 167; *v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zur Bindesubstanz. 1862. S. 36; *Sämisch*, Beitr. zur norm. und pathol. Anat. des Auges. Leipzig 1862 (Hornhautnerven); *W. His*, Ueber die Einw. des salpet. Silberoxydes auf die Hornhaut, in Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. II. S. 1.

Chorioidea und *Iris*: *E. Brücke*, Ueber den *Musc. cramptonianus* und den Spannmuskel der *Chorioidea*, in *Müll.* Arch. 1846; *v. Reecken*, *Onders. v. d. Toestel voor accomodatie*, in *Ned. Lancet.* 1855; *J. Budge*, Ueber die Bewegung der *Iris*. Braunschw. 1855; *v. Wittich*, Vergl. hist. Mitth. in Arch. f. Ophthalmologie. II. 1. S. 125; *H. Müller*, Anat. Beitr. zur Ophth. II. 2., III. 1. und IV. 2. S. 277; Ueber glatte Muskeln und Nervengeflechte der *Chorioidea* im menschlichen Auge, in Würzb. Verh. X. S. 179; Ueber Ganglienzellen im Ciliarmuskel des Menschen, in Würzb. Verh. X. S. 107 und 179; *Rouget*, in *Gaz. méd.* 1856. 9 und 50, und *Compt. rend.* 19. Mai und 30. Juni; *Dechen*, *De musc. Brückiano*. 1856. *Diss.*; *Levy*, *De musc. cil. structura.* Berol. 1857. *Diss.*; *Arlt*, in Arch. f. Ophthalm. III. 2. S. 87; *Mannhart*, Ueber die Accomodationsapparate, in Arch. f. Ophthalm. IV. 1; *C. Schweigger*, Ueber die Ganglienzellen und blassen Nerven der *Chorioidea*, in Arch. f. Ophthalm. VI. S. 320; *W. Henke*, D. Mechan. d. Accomodation. Ebendas. S. 56; *W. Krause*, in Anat. Unters. S. 91 (Ganglienzellen im *Orb. ciliaris*); *Klebs*, Zur norm. und pathol. Anat. des Auges, in *Virch.* Arch. XIX. S. 321. XXI. S. 171; *H. Müller*, Ophthalm. Notiz, in Würzb. Verh. Bd. X. S. 147; Erkrank. v. *Chor.*, Glask. *Retina* bei *Morb. Brightii.* Ibid. S. 45.

Retina: *A. Michaelis*, in *Müll.* Arch. 1837. S. XII., und *N. Act.* T. XIX. 1842; *R. Remak*, Zur mikrosk. Anatomie der *Retina*, in *Müll.* Arch. 1839; *F. Bidder*, Zur Anatomie der *Retina*, in *Müll.* Arch. 1839 und 1841; *A. Hannover*, Ueber die Netzhaut, in *Müll.* Arch. 1840 und 1843, und *Recherches microsc. sur le syst. nerveux.* Copenh. 1844; *F. Pacini*, *Sulla tessitura intima della retina*, in *Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna* 1845, auch deutsch. Freib. 1847; *Corti*, Beitrag zur Anatomie der *Retina*, in *Müll.* Arch. 1850, S. 274, dann in Zeitschr. f. wiss. Zool. V. S. 87; *H. Müller*, Zur Histiologie der Netzhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. S. 234, ferner in Würzb. Verh. II. S. 234., III. S. 336., IV. S. 96; *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. II. S. 304; *Kölliker*, Zur Anat. und Phys. der *Retina*, in Würzb. Verh. III. S. 316, dann mit *H. Müller* in *Compt. rend.* 1853. Oct.; *Remak*, in *Compt. rend.* 12. Nov. 1853, dann in Allgem. Med. Centralz. 1854. Nr. 1, und Deutsche Klinik 1854. Nr. 16; *M. de Vintschgau*, *Sulla struttura della retina*, in Sitz. d. Wiener Akad. 1854; *Bergmann*, Zur Kenntniss d. gelben Flecks, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. V. S. 245; *Blessig*, *De retinae structura, Diss. inaug.* Dorp. 1855; *Bergmann*, in Gött. Anz. 1855. Nr. 181, u. Anat. u. Phys. über d. Netzhaut, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. II. S. 83; *J. Goodsir*, *Lecture on the retina*, in *Edinb. med. Journ.* 1855. p. 377; *H. Müller*, Anat.-phys. Unters. über die *Retina*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII.

S. 1, und *Compt. rend.* 1856. Oct.; *M. Schultze*, Berl. Monatsb. 1856; *E. Lehmann*, *Exp. q. de nervi opt. disseeti ad retinae text. vi.* Dorp. 1857; *Th. Nunneley, On the struct. of the retina,* in *Quart. Journ. of mier. se.* 1858 Juli; *H. Müller*, Ueber die Eintrittsstelle des Sehnerven, im Arch. f. Ophthalm. IV. 2. S. 1; Ueber die Netzhautgefässe bei einigen Thieren, in Würzb. naturh. Zeitschr. II. S. 64; *M. Schultze, Obs. de retinae struct. penit.* Bonn 1859, und Sitzungsber. der niederrhein. Ges. in Bonn. 1861. S. 97, *Ritter*, Ueber den Bau der Stäbchen und Radialfasern des Frosches, in Arch. f. Ophthalm. V. Abth. 2. S. 101; *E. de Wahl, De retinae struetura in monstro anenceph.* Dorp. 1859. *Diss.; v. Ammon*, Zur genaueren Kenntniss des *Nerv. optieus.* Prager Vierteljahrsschr. 1860. I. S. 140; *W. Manz*, Bau der *Retina* des Frosches, in *Henle's* Zeitschr. 1860. Bd. X. S. 301; *G. Braun*, Wiener Sitzungsber. Bd. 62. 1860, und *Moleschott's* Unters. VIII. S. 174 (Stäbchen); *W. Krause*, Bau des Retinastäbchen, in Gött. Nachr. 1861. S. 2, in *Henle's* Zeitschr. XI. S. 175, und Anat. Unters. S. 56; *H. Müller*, Ueber das Vorkommen einer dem gelben Fleck entsprechenden Stelle bei Thieren, in Würzb. naturw. Zeitschr. II. S. 139; Bemerk. über d. Zapfen am gelben Fleck des Menschen. Ibid. S. 218; Ueber die Netzhautgefässe von Embryonen. Ibid. S. 222; Ueber das Auge des Chamäleon. Ibid. III. S. 10; *Hyrtl*, Ueber gefässlose Netzhäute, Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. 43. S. 207.

Glaskörper: *E. Brüeke*, Ueber den innern Bau des Glaskörpers, in *Müll.* Arch. 1843. S. 345, und 1845. S. 130; *Hannover*, Entdeckung des Baues des Glaskörpers, in *Müll.* Arch. 1845. S. 467; *W. Bowman*, in der oben citirten Schrift und in *Dubl. Quart. Journ.* Aug. 1845. p. 102; *Virehow*, Notiz über den Glaskörper, in Arch. f. pathol. Anatomie IV. S. 468., V. S. 278, und in Verb. d. Würzb. phys. med. Gesellsch. II. S. 317; *Doncan, De bouw van het glasaehtig ligchaam,* in *Ned. Lanc.* 1853—54. p. 625; *Finkbeiner*, Vergl. Unters. der Struct. des Glask., in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 330; *C. O. Weber*, Ueber den Glaskörper, in *Vireh.* Arch. XVI. S. 410., XIX. S. 367; *A. Coeeius*, Ueber d. Gew. und die Entz. der Glaskörpers. Leipzig 1860.

Linse: *A. Hannover*, Beobachtungen über den Bau der Linse, in *Müll.* Arch. 1845. S. 478; *Harting*, *Histiolog. Anteekenigen.* 1846. p. 1—7, und *Rech. micrométriques; Mensonides*, in *Ned. Lanc.* 1848. p. 694. 709; *H. Meyer*, in *Müll.* Arch. 1851. S. 202; *Strahl*, in Arch. f. phys. Heilk. XI. S. 332; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 142; *Thomas*, Beitr. zur Kenntniss der Structur der Linse, in Prag. Vierteljahrsschr. Bd. I; *Lohmeyer*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. V.; *Czermák*, Ueber die Curvensysteme von Dr. *Thomas*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 185; *Robin, Anat. path. d. Cataraete*, in *Areh. d'Ophthalm.* V.; *Th. Nunneley, The Form, Density and Structure of the erystalline Lens,* in *Journ. of mier. se.* April 1858. p. 136. — Ausserdem vergleiche man *Arnold*, *Icon. Org. sensuum,* meine Mikr. Anat. und in *Ecker*, *Icon. phys.* die Retinatafel von *H. Müller* und mir.

II. Vom Gehörorgane.

§. 230.

Das Gehörorgan besteht aus den eigentlich empfindenden Theilen mit der Ausbreitung des Hörnerven, welche in der Knochenmasse des Labyrinths enthalten sind, und aus besondern Hülfsapparaten, dem äussern und mittlern Ohre, deren Hauptbestimmung die ist, für richtige Auffassung und Zuleitung der Schallwellen zu sorgen.

§. 231.

Aeusseres und mittleres Ohr. Die Ohrmuschel und der knorpelige äussere Gehörgang haben als Stütze den $\frac{1}{8}$ — 1''' dicken, mit dem festen *Perichondrium* sehr biegsamen, sonst äusserst brüchigen Ohrknorpel, *Cartilago auris*, von bekannter Form, der in seinem feinern Baue an die gelben oder Netzknorpel sich anschliesst, jedoch durch ein bedeutendes Vorwiegen

der 0,01''' grossen Knorpelzellen vor der streifigen Grundsubstanz sich auszeichnet. Ueberzogen wird derselbe von der äussern Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fast fettlos ist, an der vertieften Seite der Muschel dem Knorpel fest anhaftet, und hier durch einen bedeutenden Reichthum von Drüsen sich auszeichnet. Dieselben sind einmal gewöhnliche Talgdrüsen, welche in der *Concha* und *Fossa scaphoidea* am entwickeltsten sind und hier den Durchmesser von $\frac{1}{4}$–1''' erreichen, dann kleine Schweissdrüsen von $\frac{1}{16}$''' an der gewölbten Seite der Ohrmuschel, endlich die schon oben (§§. 76, 77) geschilderten Ohrenschmalzdrüsen im knorpeligen äussern Gehörgange selbst. In letzterem misst die *Cutis* noch $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{8}$''', ohne die $\frac{1}{75}$—$\frac{1}{50}$''' dicke *Epidermis*, und hat ausser den *Glandulae ceruminosae* noch Härchen und Talgdrüsen in einem derben subcutanen Gewebe, während sie im *Meatus osseus* ganz zart ist, jedoch bis ans Trommelfell kleine Papillen besitzt (*Gerlach*) und ganz fest mit dem Perioste dieses Ganges verschmilzt.

Das mittlere Ohr wird in allen seinen Räumen, sammt den in ihm enthaltenen Gehörknöchelchen, Sehnen, Nerven, von einer zarten Schleimhaut ausgekleidet, welche in den Zitzenzellen und auf den *Ossicula auditus*, wo sie auch die *Membr. obturatoria stapedis* bildet, und an der *Membr. tympani* noch zarter ist, als in den Nebenhöhlen der Nase, am dicksten in der *Tuba Eustachii*. Ihr Epithel ist an letztgenanntem Orte ein geschichtetes Flimmerepithelium von 0,024''' Dicke, welches in der Paukenhöhle in eine dünne, ein- oder zweischichtige, jedoch noch flimmernde Lage pflasterförmiger Zellen sich umwandelt und bis in die Nebenhöhlen sich erstreckt, jedoch, wie wir hier in Würzburg an einem Hingerichteten fanden, am Trommelfelle durch ein einfaches, nicht wimperndes Pflasterepithel ersetzt wird, ein Verhalten, das übrigens nicht beständig ist, indem *Koppen* unter 14 Fällen zweimal auch am Trommelfelle Flimmerzellen fand. Das Trommelfell besteht aus einer mittleren fibrösen Platte, welche am *Sulcus tympanicus*, im Zusammenhange mit dem Perioste der *Cavitas tympani* und des *Meatus osseus* und mit der den letztern auskleidenden *Cutis*, mit einem verdichteten Streifen besonders ringförmiger Fasern, dem sogenannten *Annulus cartilagineus* beginnt. Diese Platte wird an ihrer äussern Fläche von strahlenförmig von dem mitten in dieser Schicht steckenden Hammergriffe auslaufenden Fasern, und innen aus mehr ringförmigen Elementen gebildet, welche beiden Lagen zum Theil von einander sich sondern lassen und beide aus dünnen, zum Theil netzförmig verbundenen Bindegewebsbündeln mit spindelförmigen Zellen bestehen. Aussen sitzt auf dieser Haut eine zarte Fortsetzung der *Epidermis* des äussern Gehörganges, so wie auch des *Corium* (*Arnold, v. Tröltsch*), welches letztere jedoch kaum einen vollständigen Ueberzug bildet (*Gerlach*).

Die Gehörknöchelchen bestehen vorzüglich aus schwammiger Knochensubstanz mit einer zarten dichten Rinde, und ihre Gelenke und Bänder ahmen im Kleinen andere solche Organe selbst bis auf die fast nur einschichtige Knorpellage vollkommen nach. Ihre Muskeln sind wie die des äussern Ohres quergestreift. — Die *Tuba Eustachii* hat als Grundlage zum Theil einen Knorpel, der seinem Baue nach mehr an die ächten Knorpel sich anschliesst, jedoch meist eine blasse faserige Grundsubstanz besitzt, und enthält im knorpeligen Theile, besonders gegen die Mündung zu, viele traubige

Schleimdrüsen, vollkommen von derselben Beschaffenheit wie die des *Pharynx*, in dessen Schleimhaut die der *Tuba* ohne Grenze sich verliert. — Mit Gefässen und Nerven ist das äussere Ohr in ähnlicher Weise versehen, wie die äussere Haut. Im mittleren Ohre ist namentlich die Schleimhaut der Wandungen der Paukenhöhle reich an Gefässen, ebenso die *Tuba Eustachii* und das Trommelfell, in welch' letzterem die stärksten Arterien und Venen längs des Hammergriffes in der äussern Cutislage verlaufen und am Umkreise der Haut arterielle und venöse Gefässringe erzeugen, ausserdem auch zahlreich in der Schleimhaut sich verästeln. Die Nerven stammen vorzüglich vom neunten und fünften Paare und verästeln sich im Ganzen genommen spärlich in der Schleimhaut. Ihre Endigungen sind unbekannt, dagegen weiss man, dass der *N. tympanicus* viele grosse, vereinzelte oder in kleinen Knötchen beisammen liegende Ganglienzellen enthält. Am Trommelfelle steigt das in der äussern Cutislage liegende Nervenästchen (vom *Vagus?* nach *Sappey*) vom Perioste des *Meatus* her von oben herab an die Hülle, gibt schon in der Gegend des *Proc. brevis* Aeste ab und steigt dann in der Richtung des *Manubrium mallei* und meist etwas hinter ihm herab, lässt sich jedoch noch unter demselben in feine Reiserchen verfolgen (*v. Tröltsch*). Blasse Nervenfasern will *Gerlach* im Schleimhautüberzuge des Trommelfelles gesehen haben.

Für ausführlichere Angaben über das Trommelfell verweise ich auf die Arbeiten von *v. Tröltsch* und von *Gerlach*.

§. 232.

Der Vorhof und die knöchernen halbkreisförmigen Kanäle werden an ihrer innern Fläche von einem äusserst dünnen Perioste überzogen, das aus einer starren feinfaserigen Bindesubstanz ohne elastische Fasern, aber mit zahlreichen Kernen besteht, und wie ich jetzt angeben kann, im Wesentlichen aus Netzen von Bindegewebskörperchen zusammengesetzt ist. Auf der Oberfläche dieses Periostes sitzt ein einschichtiges Pflasterepithel von zarten vieleckigen kernhaltigen Zellen von 0,007—0,009''', das, so wie die allerdings nicht sehr zahlreichen Gefässe desselben, in Beziehung steht zu der das knöcherne Labyrinth erfüllenden *Perilympha s. Aqua Cotunni*. — Durch den Zusammentritt des Labyrinthperiostes und der Auskleidung der Paukenhöhle entsteht die *Membrana tympani secundaria*, die, wie das wahre Trommelfell, aus einer mittlern Faserlage mit Gefässen und einzelnen Nervenfädchen und zwei Epithelialschichten zusammengesetzt ist.

Die im Innern des Vorhofes und der knöchernen halbkreisförmigen Kanäle enthaltenen häutigen zwei Säckchen und Kanäle zeigen alle wesentlich denselben Bau. Die im Verhältnisse zur Kleinheit der Theile ziemlich dicken (von 0,012—0,015''' bei den *Tubuli*, 0,016''' bei den *Sacculi*) und festen, durchsichtigen und elastischen Wandungen derselben zeigen zu äusserst eine aus einfacher Bindesubstanz, d. h. Netzen von Bindegewebskörperchen gebildete Haut, welche der *Lamina fusca scleroticae* sehr nahe kommt, und auch stellenweise bräunlichen Farbstoff in ihren Zellen enthält wie diese. Dann folgt eine durchsichtige, glasartige, besonders nach innen scharf begrenzte Hülle von 0,004—0,008''' Dicke, welche stellenweise deutlich eine zarte Längsstreifung zeigt, und immer bei Essigsäurezusatz eine Menge läng-

licher Kerne hervortreten lässt, und daher nicht wohl mit den *Membranae propriae*, der Linsencapsel etc. in eine Linie gestellt werden kann, obschon sie auch in ihrem chemischen Verhalten denselben sich nähert. Die innerste Lage endlich ist ein einfaches, leicht in seine Elemente zerfallendes Pflasterepithel von 0,003''' Dicke, mit bald grösseren, bald kleineren (von 0,004 — 0,008''') vieleckigen Zellen, welches alle die genannten Räume auskleidet und die sogenannte *Endolympha s. Aquula vitrea auditiva* umschliesst, in der von *Barruel* bei Fischen Schleim nachgewiesen worden ist.

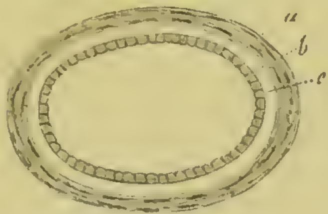


Fig. 384.

Die Gefässe des häutigen Labyrinthes sind ziemlich zahlreich, und verbreiten sich mit kleinen Arterien und Venen und reichlichen Capillarnetzen an der Faserhaut und Glashaut dieser Theile, am reichlichsten in der Nähe der Nervenendigungen. Von solchen kennt man nur die des *Acusticus*, welcher mit dem *Nervus vestibuli* die drei häutigen Kanäle und das elliptische Säckchen und mit einem Aste des Schneckennerven das runde Säckchen versorgt. In den Kanälen breiten sich die Nerven nur an den Ampullen aus, und zwar treten sie, wie *Steifensand* gezeigt hat, bei jeder in eine Einbiegung oder Verdoppelung der auf der Krümmungsseite des Kanals gelegenen Wand, welche von innen als ein querer, etwa einen Drittheil des Umfanges einnehmender Vorsprung erscheint. Die Nerven theilen sich innerhalb dieser Falten zuerst in zwei Hauptäste, die auseinander tretend nach den beiden Enden derselben sich begeben, und dann jeder in der Haut der Ampulle in ein reiches Büschel kleinerer, vielfach zusammenhängender Aestchen sich auflösen, welche schliesslich als feine Zweigchen von zwei bis zehn, 0,001 — 0,0015''' dicken Primitivfasern die glasartige Haut der Ampulle durchbohren, und in einer noch nicht hinreichend genau festgestellten Weise in dem hier dickeren und auch sonst eigenthümlich beschaffenen Epithel enden (*Reich*, *M. Schultze*, ich). In den Säckchen ist die Nervenausbreitung eine ähnliche, nur nimmt dieselbe einen grössern Raum ein und ist der Vorsprung der Wand derselben viel weniger bemerkbar, als in den Ampullen. An der Stelle der Nervenausbreitung findet sich in jedem der Säckchen ein von blossem Auge leicht sichtbarer kreideweisser und scharfbegrenzter Fleck, der durch eine ganz helle, aber 0,01''' dicke Haut (eine *Cuticula?*) an der Innenwand derselben festgehalten wird. Diess ist der sogenannte Gehörsand, *Otoconia Breschet*, oder die Gehörsteinchen, *Otolithi*, der von unzähligen, von einer gleichartigen Substanz getragenen, runden, länglichen, oder deutlich die Form von doppelt zugespitzten, wahrscheinlich sechsseitigen Säulen besitzenden Körperchen von 0,0004 — 0,005''' Länge und einer Breite von 0,001 — 0,002''' bei den grössern gebildet wird. Dieselben bestehen aus kohlensaurem Kalk und sollen etwas organische Substanz als Rückstand zurücklassen, was zu beobachten mir noch nicht gelang.


Fig. 385.

Fig. 384. Querschnitt eines halbkreisförmigen Kanals, 250mal vergr. *a.* Faserhaut mit Kernen, *b.* gleichartige Hülle, *c.* Epithel. Vom Kalbe.

Fig. 385. Otolithen des Kalbes, 350mal vergr.

Die Endigung der Hörnerven in den Vorhofssäckchen und Ampullen ist in der neueren Zeit allmählich genauer erkannt worden (s. die 3. Aufl. des Werkes S. 661 und Mikr. Anat. II. 2. S. 741), bis endlich die Untersuchungen von *Reich* und *M. Schultze* diesen Gegenstand der Erledigung so nahe gebracht haben, dass wir nun wenigstens über die wesentlichsten Verhältnisse im Klaren sind. Nach *Reich* erheben sich die feinen Nervenfasern von *Ammocoetes* und *Petromyzon* in den in das Labyrinth vorspringenden Falten, nachdem sie eine kleine spindelförmige Anschwellung erlitten, gegen die freie Oberfläche nach dem Epithel zu. In dieses eingetreten, zeigen sie gleich eine rundliche Anschwellung mit glänzendem Kern und *Nucleolus*. Aus dieser tritt nach oben eine etwas breitere Faser, welche zwischen den Cylinderzellen des Epithels verläuft und, an die freie Oberfläche hervorgetreten, in einiger Entfernung von derselben noch eine birnförmige Zelle von 0,006mm mit einer feinen fadenförmigen Verlängerung als letztes Ende trägt. Somit ist hier zum ersten Male das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel des Labyrinthes und das letzte freie Ende derselben beschrieben, Angaben, welche dann *M. Schultze's* ausführliche Untersuchungen, wenigstens mit Bezug auf den ersten Punkt, vollkommen bestätigt und erweitert haben. Nach diesem Forscher gelingt es bei *Plagiostomen* an Chromsäurestücken nicht gerade schwer, das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel der Nervenleisten der Ampullen nachzuweisen. Die Fasern verlieren hierbei ihre dunklen Umrisse und die Scheide, und werden zu Axencylindern, welche dann zierlich in feinere Aestchen zerfallen und mit ganz feinen, selten varicösen Fäserchen ausgehen, deren wirkliches Ende nicht gesehen würde. Dagegen fand *Sch.* im Epithel zweierlei Zellen, einmal walzenförmige in zwei Formen, 1) entschieden walzenförmige gelbliche und 2) kegelförmige und dann zahlreiche sogenannte Fadenzellen von derselben Beschaffenheit wie die Riechzellen der *Regio olfactoria*, d. h. spindelförmige blassere Zellen mit einem stäbchenförmigen Anhange an der äusseren und einem feinen nicht varicösen Fädchen an der innern Seite, Zellen, die frisch durch einen besondern blasskörnigen glänzenden Inhalt sich auszeichnen. Von oben gesehen bilden die Fadenzellen und die Epithelcylinder ein hübsches Pflaster, das an Retinabilder aus Gegenden erinnert, wo die Zapfen weiter auseinander stehen. *Sch.* vermuthet nun, dass die feinsten Nervenausläufer mit den genannten Fadenzellen in Verbindung stehen, doch war er nie im Stande, eine solche Verbindung unmittelbar zu beobachten. Ausserdem fand sich auch noch ein anderes Verhalten, das ihm nicht vollkommen klar wurde. Bei Fischen und Vögeln fand *Sch.* an den Nervengegenden der Ampullen und zum Theil auch den Säckchen besondere steife glänzende feine Härchen, bei Rochen von der auffallenden Länge von 0,04''', die nicht selten brechen, in Wasser oft längere Zeit deutlich sich erhalten, dagegen in verdünnter Essigsäure und Natronlauge augenblicklich einschmelzen. Diese Gebilde können in Wasser und Chromsäure verschiedene Umwandlungen erleiden und namentlich auch in ähnliche spindelförmige Körper sich umbilden, wie sie *Reich* als über das Epithel hervorragende Nervenenden zeichnet. *Sch.* hält es für möglich, dass *R.* nichts als veränderte Härchen vor sich hatte, wenigstens konnte er bei frischen *Petromyzonten* nichts von den von diesem Forscher beschriebenen Gebilden sehen, während an einem Chromsäurestücke wenigstens Andeutungen derselben vorhanden waren. Ueber die Bedeutung der Härchen selbst blieb *Sch.* im Unklaren. Nie sah er sie an den Fadenzellen ansitzen und will er sich einstweilen über ihre näheren Beziehungen zu den verschiedenen Bestandtheilen des Epithels nicht aussprechen.

Was mich betrifft, so kann ich die wesentlichsten Angaben von *M. Schultze* für die von ihm nicht untersuchten Säugethiere und auch zum Theil für die Fische bestätigen. Letztere anlangend, so stehen mir nach Untersuchungen, die ich im Jahre 1856 in Nizza angestellt, ihrer Unvollständigkeit halber jedoch bisher nicht veröffentlicht habe, einige Wahrnehmungen über *Spinax acanthias* zu Gebot. Hier bilden die dunkelrandigen Nerven in dem bekannten Wulst der Ampullen einen reichen Plexus und dann treten die einzelnen Primitivfasern verfeinert und blass durch Oeffnungen oder kurze Kanälchen der gleichartigen dicken Wand der Ampulle, die auch in dieser Gegend nicht fehlt, hindurch, um in dem hier gelben und dickeren Epithel sich zu verlieren. Was schliesslich aus ihnen wird, wurde mir nicht klar und gelang es mir auch nicht, die Zusammensetzung des Epithels vollkommen zu ermitteln. Immerhin sah ich

so viel, dass dasselbe ausser kleineren mehr pflasterförmigen Zellen, die eine oberflächliche Lage zu bilden schienen, eigenthümliche spindelförmige Körper enthält. Jeder derselben besass eine mittlere dunklere, leicht glänzende, vielleicht kernhaltige Anschwellung. Von den zwei Fortsätzen war der innere schmal und fadenförmig, jedoch ohne Anschwellungen, während der äussere dicker und am Ende leicht angeschwollen erschien und ausserdem auch dadurch sich auszeichnete, dass seine Verbindungsstelle mit dem Mittelkörper gelb gefärbt war, von welcher Färbung diejenige der gesammten Epithelschicht abhing. Diese Spindeln scheinen den Spindelzellen *Sch's*. bei den Rochen und gemeinen Haien zu entsprechen, wobei jedoch das zu bemerken ist, dass nach *Sch*. die gelbe Farbe des Epithels bei den Rochen nicht in Spindelzellen, sondern in den gewöhnlichen walzenförmigen Epithelgebilden ihren Sitz hat. — Was auch weitere Untersuchungen über die Bedeutung dieser Spindelzellen von *Spinax* ergeben mögen, so kann ich auf jeden Fall die wichtige Thatsache des Eintretens der Nerven in die Epithelialschicht bestätigen und will ich nur noch beifügen, dass ich, wie viele Andere, bei *Sch*. gut erhaltene Labyrinthe von *Raja* gesehen habe, die über das Vorkommen von Verhältnissen, wie sie seine Fig. 8 wiedergibt, nicht den geringsten Zweifel lassen.

Die Säugethiere anlangend, über die wir ausser *M. Schultze's* kurzer Angabe (l. c. S. 371), dass er im *Vestibulum* von Hund und Katze bei Untersuchung mit *Hum. aqueus* die dunkleren mit undurchsichtigerem Epithel bekleideten Nervenendstellen auch von Härchen überragt finde, keine neuern Angaben besitzen, so bin ich beim Ochsen an Chromsäurestücken wenigstens über Ein Verhältniss in's Reine gekommen, insofern auch hier das Eindringen der Nervenenden in's Epithel nachzuweisen ist (Fig. 386 1, *b*, *d*), dagegen kann ich nicht sagen, dass mir die wahre Endigung der Nerven oder die Zusammensetzung des Epithels ganz klar geworden wäre. Letzteres ist in der Gegend der Nervenenden zwei bis dreimal dicker als an andern Orten und zeigt nach Behandlung mit Chromsäure die in Fig. 386, 2 verzeichneten Formen, von denen auf den ersten Blick nur die Zellen *d* den *Schultze*'schen Spindelzellen zu entsprechen scheinen. Es war mir jedoch auffallend, dass auch die grösseren, eher gewöhnlichen Epithelzellen entsprechenden Gebilde mit zwei Fortsätzen vorkamen, so wie dass an Elementen, die ebenfalls zu ihnen zu gehören schienen, der innere Fortsatz auch varicös erschien, was zur Vermuthung führen könnte, ob nicht vielleicht auch von den grösseren zelligen Gebilden gewisse mit den Nerven in Verbindung stehen, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass eine varicöse Beschaffenheit von Zellenfortsätzen denn doch noch nicht hinreicht, um die Annahme einer Verbindung mit Nervenfasern zu begründen. Mag nun dem sein, wie ihm wolle, so ist sicher, dass auch beim Ochsen das Epithel der Nervengegenden des *Vestibulum* zweierlei Elemente enthält, so wie dass die Nerven in dasselbe eindringen und wird es hierdurch fast gewiss, dass diese Organe bei allen Thieren wesentlich denselben Bau zeigen. Ja selbst haarartige Gebilde scheinen hier vorzukommen, wie schon *Schultze* sah. In manchen Fällen sieht man freilich gar nichts von solchen (Fig. 386), doch habe ich auch Stücke gehabt, in denen wenigstens Andeutungen derselben sich fanden, und in einem Falle sah ich in den Ampullen und Säckchen das Epithel der Nervengegend

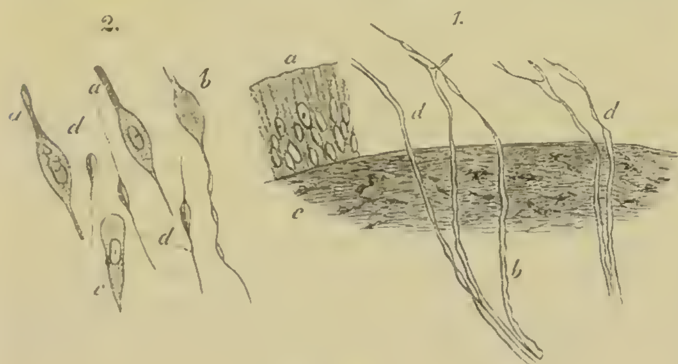


Fig. 386.

Fig. 386. Aus dem *Vestibulum* des Ochsen mit Chromsäure, 350mal vergrössert. 1. Durchschnitt durch einen Theil der Nervenwarze des *Saccus hemiellipticus*. *a*. Epithel, *b*. Nervenstämmchen in der bindegewebigen Haut *c*. des Säckchens, *d*. blasse Nervenenden im Epithel (Axencylinder) etwas mehr als natürlich hervorgetreten. 2. Zellen des Epithels der Nervengegend. *a*. Grössere Zellen mit zwei Fortsätzen, *b*. eine solche mit einem varicösen Fortsatze, *c*. eine dickere ohne Fortsatz, *d*. kleine Spindelzellen (?).

wie mit steifen dickeren kegelförmigen Borsten (vielleicht Büschel von Härchen) regelmässig besetzt.

Zu diesen schon in der vorigen Auflage mitgetheilten Erfahrungen sind nun in der neuesten Zeit noch mehrfache andere gekommen. *Fr. E. Schulze* bestätigt die Angaben *M. Schultze's* im Wesentlichen. Bei jungen Barschen sah er an den *Cristae acusticae* der Ampullen das hier vorkommende Cylinderepithel mit einem Walde starrer feiner Haare besetzt, die aus den Zwischenräumen der Epithelzellen hervorkamen, wie eine feine Strahlenkrone bildeten und bei 8mm langen Thierchen 0,037mm Länge besassen. Hatten die Fischchen nach dem Tode einige Zeit im Wasser gelegen, so war der unterste Theil der Haare in eine spindelförmige dunkle Anschwellung umgewandelt, von der ein feiner Fortsatz nach innen zwischen die Epithelzellen abging. Auch in den Otolithensäckchen des Barsches sah *Fr. E. Schulze* in der Nervengegend Haare, ohne jedoch ihre genaueren Verhältnisse bestimmen zu können. Dieselbe Erfahrung wie beim Barsche machte der genannte Forscher auch an Larven von *Triton taeniatus*, deren Haare an den *Cristae* der Ampullen selbst 0,069mm messen und bei jungen Meergrundeln (*Gobius spec.*) gelang es ihm, den unmittelbaren Zusammenhang der im Epithel der *Cristae acusticae* sich theilenden blassen Nervenfäden mit den Haaren zu verfolgen (l. c. Fig. 2). — Werden durch diese Angaben die von *M. Schultze* bestätigt und erweitert, so hat auf der andern Seite *R. Hartmann* Alles, was in dieser Beziehung gewonnen schien, wieder in Frage gestellt. *H.* läugnet für die Ampullen und den Otolithensack der Fische das Eindringen der Acusticusfasern in das Epithel und lässt die Nervenfasern unter der hellen Grenzschicht, die das Epithel trägt, schlingenförmig umbiegen, ohne jedoch diese Schlingen als Endschlingen bezeichnen zu wollen. Das Epithel der Nervengegend besteht nach *H.* aus einer einfachen Lage von Cylinderzellen, von denen manche Borsten tragen. — Einige Angaben über das *Vestibulum* des Frosches hat auch *Deiters*. Er fand hier im Steinsacke in der Gegend der Nervenausbreitung ein walzenförmiges Epithel, von dem er vermuthet, dass es Haare trage, ausserdem in der Mitte der Nervenstelle noch in der Tiefe körnige rundliche Gebilde, deren Bedeutung nicht klar wurde. Das Wichtigste ist die Entdeckung einer hellen gefensterten *Cuticula* zwischen dem Epithel und dem Otolithenhaufen, deren Verhältnisse jedoch ebenfalls nicht genauer bestimmt wurden. Der neueste Forscher *G. Lang* endlich, der die *Cyprinoiden* untersuchte, ist zwar über das letzte Ende der Nerven nicht zum Abschlusse gekommen, hat jedoch immerhin einige bemerkenswerthe Erfahrungen aufzuweisen. An den *Cristae acusticae* der Ampullen fand *Lang* im Epithel eine oberflächliche Lage von Cylinderzellen von 0,017—0,018mm Länge, 0,0054—0,0057mm Breite und unter diesen eine fast dreimal so starke Lage, deren Bau ihm nicht klar wurde, ausser dass er darin wie runde oder länglichrunde Hohlräume und die Axencylinder der Ampullennervenfasern wahrnahm, welche jedoch nicht weiter als bis nahe an die Cylinderzellen sich verfolgen liessen. An der Oberfläche der Zellen fand *Lang* an frischen Stücken nichts von den von *Reich*, *M. Schultze* und den Spätern gesehenen Härchen, vielmehr eine ganz eigenthümliche Bildung, die er »Endkuppe«, *Cupula terminatis*, nennt. Dieselbe stellt einen 0,4mm hohen, sehr zarten und feinstreifigen Aufsatz der *Crista acustica* dar, der bei starker Vergrösserung aus sehr feinen, das Licht stark brechenden Fäden zusammengesetzt erscheint, welche selbst noch wie durch viel feinere Seitenzweigelchen zusammenhängen. An ihrer Oberfläche hat diese Endkuppe einen noch helleren Saum, in dem die genannten Fäden den höchsten Grad der Feinheit erreichen und der eine sichere Beobachtung der Verhältnisse unmöglich macht. Die Beziehungen der Endkuppe zum Epithel der *Crista* oder der Nerven vermochte *Lang* nicht zu ergründen, dagegen überzeugte er sich, dass dieselbe in Chromsäure nach und nach schrumpft und in die *Reich-Schultze*'schen Härchen zerfällt. Die genannte Endkuppe — mit Bezug auf welche *L.* noch darauf aufmerksam macht, dass sie an der geschlossenen Ampulle beinahe die ganze Höhle verschliesst und somit gewiss von jeder durch die Ampulle gehenden Schallwelle getroffen wird — nimmt nun übrigens nur die Mitte der *Crista acustica* ein und zeigen die Seitentheile derselben (die *Plana semilunaria* von *Steifensand*) nichts dergleichen. Hier findet sich nach *Lang* ein Cylinderepithel, dessen Zellen bei 0,022—0,027mm Länge, 0,009mm Breite grosse runde, dunkelrandige Kerne besitzen. Eine Beziehung dieser Zellen zu den Ner-

ven liess sich auch nicht nachweisen. — Im Vorhofe der *Cyprinoiden* fand *Lang* an der Nervenstelle ein cylindrisches Epithel mit kürzeren Härchen, ferner Andeutungen einer der Endkuppe der Ampullen ähnlichen Bildung und eine hübsche »gefensterte Haut«, die wohl bestimmt als eine Cuticularbildung bezeichnet werden kann. Ausserdem sah derselbe noch mehrere nicht zu deutende Bildungen, in Betreff welcher ich auf seine Abhandlung verweise. Auch im Sacke (*Saccus*) fand *Lang* in beiden Abtheilungen eine gefensterte Haut unter den betreffenden Otolithen und scheint somit, dass diese Bildungen, die im nächsten §. bei der Schnecke noch besprochen werden sollen, eine wichtigere Rolle spielen, als man bisher geahnt hat. — Ueberblicken wir nun diese neuesten Erfahrungen, so möchte kaum zweifelhaft sein, dass das von *R. Hartmann* Aufgestellte nicht stichhaltig ist. Abgesehen davon, dass von *Reich* an alle neueren Beobachter, mit einziger Ausnahme von *Deiters*, der jedoch das *Vestibulum* nur gelegentlich untersucht hat, ein Eindringen der Nervenfasern in das Epithel wahrgenommen haben, scheinen mir die Abbildungen von *Hartmann* selbst darzuthun, dass er das gesehen hat, was er bekämpft. Wenigstens zeichnet er in seiner Fig. 8 und 10 das Durchtreten der Nervenfasern in einer solchen Weise, dass Niemand an Zerreissungen der obersten Lage der Bindesubstanz der *Crista acustica* wird denken können, welche er als Bedingung dieses Hervortretens ansieht. Ferner hat *H.* seiner Fig. 4 und 8 zufolge auch die von *M. Schultze* beschriebenen Verästelungen der Axencylinder gesehen. Freilich erklärt er diese Formen für Kunsterzeugnisse, ich habe jedoch noch nie etwas von derart zerrissenen Axencylindern gesehen und hat auch kein Forscher bisher eine solche Veränderung derselben namhaft gemacht, und schlägt somit *H.* durch diese Beobachtung wiederum sich selbst. Auf der andern Seite werden die beschriebenen Schlingen wohl ebenso wenig die Probe bestehen, wie die so schön abgebildeten der älteren Forscher, und halte ich somit diesen Angriff auf die *Reich-Schultze*'sche Darstellung für ganz misslungen. — Die übrigen Angaben alle führen offenbar nach Einem Endziele, doch sind immerhin noch nicht alle Punkte im Reinen. Wie die Sachen liegen, ist ein Durchtreten der Acusticusfasern durch das Epithel und eine Endigung mit den sogenannten Haaren, besser Hörfäden, *Fila acustica*, wie sie *Fr. E. Schulze* abbildet, am wahrscheinlichsten. Die Fadenzellen von *M. Schultze* und mir (s. Fig. 386 *d*) wären dann nur veränderte Theile der Hörfäden, und könnte von einem Zusammenhange der Nervenfasern und Theilen des Epithels ganz abgesehen werden. Dass getrennte Hörfäden wirklich vorkommen, möchte nach den an lebenden Fischen gewonnenen Erfahrungen von *Fr. E. Schulze* doch kaum zu bezweifeln sein, und könnte man eher fragen, ob, was *Lang* sah, nicht verklebte Fäden waren. Immerhin ist auch, wenn das, was *Lang* beschreibt, für die *Cyprinoiden* den natürlichen Zustand darstellt, diese Beobachtung doch nicht im Widerspruche mit den andern, denn auch er nimmt ja eine Zusammensetzung seiner Endkuppe aus Fäden an. — Bei ferneren Untersuchungen wird man übrigens immer im Auge zu behalten haben, 1) dass Hörfäden nicht überall im Vorhofe und den halbkreisförmigen Kanälen nachgewiesen sind; 2) dass auch, wo die Fäden gesehen sind, nicht überall nachgewiesen ist, dass dieselben nur zwischen den Zellen liegen; 3) dass die unmittelbare Verbindung der Axencylinder und Hörfäden bis jetzt nur von Einem Beobachter gesehen ist und 4) dass die Möglichkeit mehrfacher Endigungsweisen *a priori* nicht abzuweisen ist.

§. 233.

Schnecke. Der vom Labyrinthwasser erfüllte Schneckenkanal enthält ausser den zwei bekannten Treppen noch einen mittleren engeren Raum, die *Scala media*, wie ich denselben früher nannte, oder den eigentlichen Schneckenkanal, *Canalis cochlearis* von *Reissner*, welcher zwischen der *Lamina spiralis membranacea* oder der *Membrana basilaris* (*Claudius*) und einer besondern, auf der Seite der *Scala vestibuli* befindlichen, von *Reissner* zuerst gesehenen Haut, die die *Reissner*'sche Haut heissen soll, seine Lage hat, jedoch in seinem Anfange gegen den Vorhof zu und in seinem Ende in der Kuppel des Organes noch nicht hinreichend untersucht ist. Die

Scala vestibuli und *tympani* sind, abgesehen von den Theilen, die an die Wände der *Scala media* grenzen, von einem hie und da leicht gefärbten Perioste ausgekleidet, das ganz dem des Vorhofes gleichgebaut ist und auch die *Lamina spiralis ossea* überzieht, hier jedoch zum Theil eigenthümlich umgewandelt ist. Ein Epithel von zarten, platten, vieleckigen, 0,007–0,009''' grossen, bei Thieren häufig bräunlich gefärbten Zellen bedeckt diese Beinhaut, fehlt jedoch, wie es scheint, beständig an der tympanalen Seite der *Lamina basilaris*. Der wichtigste Theil der Schnecke ist der *Canalis cochlearis* und in diesem wiederum die *Lamina spiralis*. die an einer begrenzten Stelle in einem ganz eigenthümlich umgewandelten Epithel die Enden der Schneckennerven trägt.

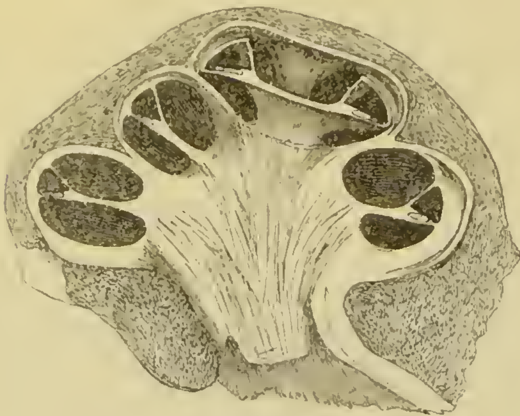


Fig. 387.

Bezüglich auf die Anordnung der Theile im Allgemeinen verweise ich nun zunächst auf die Figuren 387 u. 388. Dieselben zeigen erstens die eigenthümliche Gestalt der drei Kanäle in der Schnecke, so wie dass der früher nicht bekannte Schneckenkanal einen Theil des Raumes einnimmt, der der *Scala vestibuli* zugeschrieben wurde. Der schwierigste Theil des Ganzen ist die *Lamina spiralis*, unter welchem Namen man immer noch die Scheidewand bezeichnen kann, welche die *Scala tympani* von der *Scala vestibuli* und dem *Canalis cochlearis* trennt. Die herkömmliche Eintheilung des Spiralblattes ist die in einen knöchernen oder in einen häutigen Theil *(Zona ossea* und *Zona membranacea)*, da jedoch die Verknöcherung in den verschiedenen Windungen der Schnecke verschieden weit sich erstreckt, so erscheint es zweckmässig, einen bestimmten Punkt als Grenzlinie zu wählen, und ergibt sich als solcher von selbst die Linie, an der die *Reissner*'sche Haut von der *Lamina spiralis* abgeht (Fig. 388, *a*). So zerfällt dann die *Lamina spiralis* in einen innern Theil, der die *Scala vestibuli* begrenzt, der den Namen *Zona ossea* beibehalten kann und in einen äussern, den Schneckenkanal begrenzenden Abschnitt, der *Zona membranacea* oder *Membrana basilaris* heissen mag. Die *Zona ossea laminae spiralis* besteht aus zwei Beinhautlagen und aus dem knöchernen Spiralblatte, welches in den weiteren Schneckenwindungen auch noch etwas in die *Membrana basilaris* eindringt. Letzteres enthält da, wo dasselbe von dem *Modiolus* ausgeht, in seinem Innern eine Menge netzförmig verbundener Hohlräume für das Geflecht

Fig. 387. Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines ältern Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der *Canalis cochlearis* sichtbar, dessen Höhe 0,250''', die Breite 0,266''' betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite desselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im *Canalis cochlearis* sind die *Habenula sulcata* und die zwei Epithelialwülste auf der *Membrana basilaris* sichtbar. Vergröss. 6mal. Breite der Schnecke an der Basis $3\frac{2}{3}'''$, Höhe derselben $2\frac{1}{5}'''$.

der Schneckennerven. Gegen die *Membrana basilaris* zu gehen diese nach und nach in einen einfachen spaltenförmigen Raum über, so dass hier das knö-

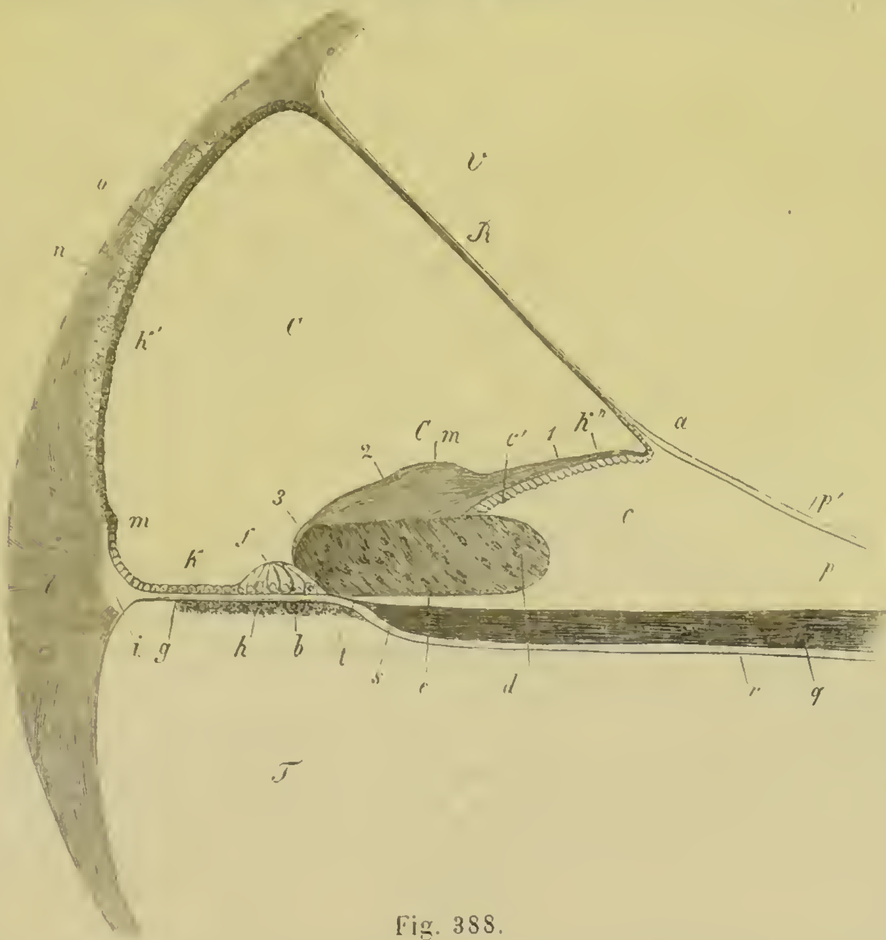


Fig. 388.

cherne Blatt aus zwei getrennten dünnen Platten besteht, welche schliesslich in gleicher Höhe zugeschärft enden, während die Schneckennerven noch weiter in den Anfang der *Membrana basilaris* hineintreten.

Die *Lamina spiralis membranacea* oder *Membrana basilaris*, deren Breite in allen Höhen der Schnecke ungefähr dieselbe, nämlich 0,2''' ist, bietet an ihrer, der *Scala tympani* zugewendeten Seite nichts Bemerkenswerthes dar, mit Ausnahme eines Gefässes bei *b*, das in ein dünnes Lager von Bindesubstanz eingebettet ist (*Vas spirale internum*). Um so eigenthüm-

Fig. 388. *Canalis cochlearis* mit den angrenzenden Theilen von der in Fig. 387 dargestellten Schnecke, 100mal vergr. *C. Canalis cochlearis* (embryonaler Schneckenkanal), *V. Scala vestibuli, T. Scala tympani, R. Reissner*'sche Haut, *a.* Anfang derselben an einem Vorsprunge der *Habenula sulcata c*, *b.* Bindesubstanzschicht mit dem *Vas spirale internum* unten an der *Membrana basilaris*, *c'.* Zähne der ersten Reihe, *d. Sulcus spiralis* mit dickem Epithel, das bis zum *Corti*'schen, hier noch nicht ausgebildeten Organe *f* sich erstreckt, *e. Habenula perforata. m C. Corti*'sche Haut. 1. Innerer dünner Theil derselben, 2. dicker mittlerer Theil, 3. dünnes vorderes Ende, *g. Zona pectinata*, *h. Habenula tecta* (*Habenula arcuata Deiters*), *k.* Epithel der *Zona pectinata*, *k'.* der äussern Wand des *Canalis cochlearis*, *k''.* der *Habenula sulcata*, zum Theil in den Furchen derselben gelegen und auf die *Reissner*'sche Haut übergehend, *l. Lig. spirale*, *i.* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*, *m.* Vorsprung des *Lig. spirale* nach innen, *n.* knorpelartige Platte, *o. Stria vascularis*, *p* Periost der *Zona ossea*, später in der Tiefe verknöchernd, *p'.* helle äusserste Schicht derselben auf die *Reissner*'sche Haut und das Periost der *Scala vestibuli* übergehend. (Ein Epithel wurde in diesem Falle nicht gesehen.) *q.* Ein Bündel des Schneckennerven, *s.* Stelle, wo die dunkelrandigen Fasern aufhören, *t.* blasse Fortsetzungen derselben in den Kanälen der *Habenula perforata*, *r.* Periost der *Zona ossea* auf der Seite der *Scala tympani*.

licher ist der andere den *Canalis cochlearis* begrenzende Theil. Dieser zeigt von innen nach aussen: 1) einen in zahnartige Spitzen auslaufenden Vorsprung des Periostes der *Lamina spiralis (c')*, dessen niedriger Anfang noch der *Zona ossea* angehört, oder die *Habenula sulcata* von *Corti*, 2) vor dieser Erhebung eine Furche *(d)*, *Semicanalis s. Sulcus spiralis*, von dickem zartem Epithel ganz erfüllt und getragen von dem Anfange des dünneren Theiles der *Lamina spiralis membranacea*, der von mir sogenannten *Habenula perforata (e)*, die an ihrem äussern Ende eine einfache Reihe von Löchern trägt, durch welche die letzten Bündelchen der Schneckennerven in den *Canalis cochlearis* treten; die *Habenula sulcata* und das Epithel des *Sulcus spiralis* sind gedeckt von einer mächtigen *Cuticula*, der von *Corti* entdeckten streifigen Haut oder der *Membrana Cortii (m C)*; 3) das *Corti*'sche Organ (Fig 388, *f* und Fig. 390), gebildet *a*) von zwei Reihen eigenthümlicher Fasern, den innern und äussern *Corti*'schen Fasern, die zusammen einen nach der Höhlung des *Canalis cochlearis* zu gewölbten Bogen bilden, *b*) von mehreren Reihen länglicher Zellen nach aussen von den äussern *Corti*'schen Fasern, den *Corti*'schen und *Deiters*'schen Zellen, und *c*) von einer, diese Zellen und die äussern *Corti*'schen Fasern deckenden eigenthümlichen netzförmigen Haut, der *Lamina reticularis mihi (Lam. velamentosa, Deiters)*. Die Fasern und Zellen des *Corti*'schen Organes sitzen der hier schon gleichmässig dünnen *Membrana basilaris* auf, welche übrigens zwischen den Ansätzen der *Corti*'schen Fasern fast ganz glatt ist und *Habenula tecta (h) (Habenula arcuata, Deiters)* heissen mag, nach aussen von dem Ansatze der äussern *Corti*'schen Fasern dagegen an ihrer dem *Canalis cochlearis* zugewendeten Seite fein gerippt wird und den Namen *Habenula pectinata (g)* annimmt. Diese letztere erstreckt sich übrigens über den Bereich des *Corti*'schen Organes heraus bis zur äussern Wand der Schnecke, und verbindet sich hier mit einer starken, mit dem Perioste zusammenhängenden Fasermasse, dem *Ligamentum spirale (l)*. Der jenseits des *Corti*'schen Organes liegende Theil der *Habenula pectinata* trägt gegen den *Canalis cochlearis* zu ein einfaches Pflasterepithel, dessen Zellen anfangs etwas grösser sind, weiter nach aussen mehr die gewöhnlichen Verhältnisse darbieten.

Es erübrigt nun noch, der zwei andern Wandungen des *Canalis cochlearis* zu gedenken. Die *Reissner*'sche Haut *(R)* besteht aus einer Bindegewebslage und zwei einfachen Epithelschichten, und was die äussere Wand des fraglichen Kanales betrifft, so wird dieselbe zwar von dem gewöhnlichen innern Perioste mit Epithel, das die Räume der Schnecke begrenzt, gebildet, zeigt jedoch einige Eigenthümlichkeiten, und zwar 1) einen leistenartigen Vorsprung *(m)* ungefähr in der Höhe der *Habenula sulcata*, 2) eine knorpelartige Platte *(n)* höher oben, und 3) einen gefässreichen Streifen, *Stria vascularis (o)* nach innen davon. —

Nach dieser allgemeinen Schilderung folgt nun die besondere Beschreibung der in histiologischer Beziehung wichtigen Theile der Schnecke, vor Allem des Schneckenkanales und der *Membrana basilaris*.

Die *Habenula sulcata* ist ein verhältnissmässig mächtiger Vorsprung, der schon im Bereiche der *Scala vestibuli* als unmittelbare Fortsetzung des Periosts der *Lamina spiralis ossea* sich entwickelt, und vom Anfange bis zum Ende des

Schneckenkanales an Breite und Dicke abnimmt. Die untere Fläche dieser *Habenula sulcata* liegt in der ersten und zweiten Windung der Schnecke an der Stelle des Periosts dem äussersten Theile der knöchernen Zone auf, ist dagegen in der letzten halben Windung nur von der Nervenausbreitung begrenzt, so dass diese *Habenula sulcata* im strengen Sinne des Wortes eigentlich nur hier einen Theil der gewöhnlich sogenannten häutigen Spirallamelle bildet. An der obern Fläche dieser, wie ich finde, aus einem derben, mehr gleichartigen und nur da und dort streifigen Bindegewebe mit sternförmigen Bindegewebskörperchen und einzelnen Capillaren bestehenden Lage zeigt sich am äussern Rande eine ununterbrochene Reihe von am Ende etwas verbreiterten, hellen, eigenthümlich glänzenden länglichen Vorsprüngen (Fig. 388, c'), die sogenannten Gehörzähne (*Huschke*) oder Zähne der ersten Reihe, die nach *Corti* in der ersten Schneckenwindung 0,02''' Länge, 0,004—0,005''' Breite und 0,003''' Dicke am Anfange besitzen, in der letzten Windung dagegen nur noch 0,015''' Länge und 0,003''' Breite zeigen. Dieselben springen mit ihrer einen Seite gegen den *Canalis cochlearis* vor und überwölben mit ihren Spitzen, welchen ein Theil der *Corti*'schen Haut aufliegt, den Anfang der *Habenula perforata*, so dass mithin zwischen beiden eine nach aussen in die *Scala media* sich öffnende ziemlich tiefe Furche, *Semicanalis spiralis* (*Huschke*) oder *Sulcus spiralis*, von 0,04''' Höhe beim Ochsen offen bleibt (Fig. 388, *d*). Nach der Spindel zu setzen sich die genannten Zähne unmittelbar in ähnlich beschaffene längliche Wülste oder Rippen (Fig. 389, *αα*) fort, die hie und da zu zweien zusammenfliessen oder in zwei sich trennen, und noch weiter nach innen in immer kürzere und kleinere, anfangs läng-

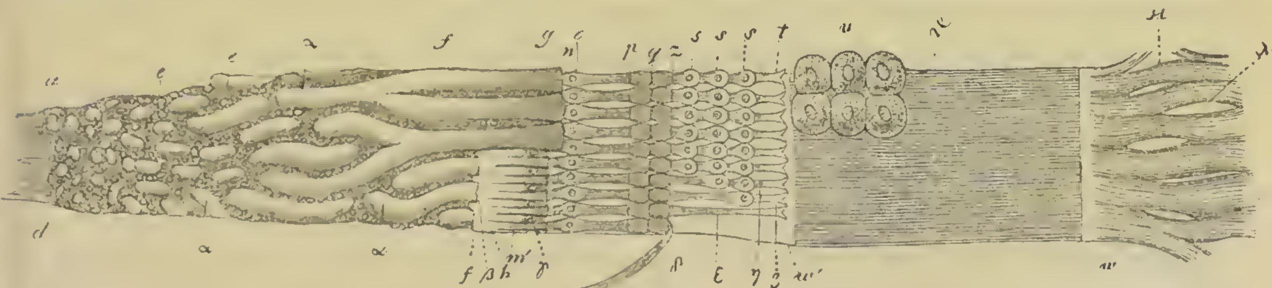


Fig. 389.

liche und dann runde Stücke zerfallen. In den zwischen diesen Rippen und Höckern und den Zähnen vorhandenen Längs- und Querfurchen befinden sich

Fig. 389. Vorhoffläche der *Lamina spiralis membranacea*, 225mal vergr. Nach *Corti*. Die Zeichnung ist, was das *Corti*'sche Organ anlangt, mangelhaft, sonst richtig und kann auch zur Verdeutlichung der *Corti*'schen Namen dienen. *a*. Periost der *Zona spiralis ossea*, *d-w*. *Lam. spir. membranacea*, *d-w'*. *Zona denticulata*, *d-d'-f*. *Habenula sulcata*, *d*. Stelle, wo das Periost sich verdickt, *e*. Körner in den Furchen der *Habenula sulcata*, *f-g*. Zähne der ersten Reihe, *g-f-h*. *Sulcus s. Semicanalis spiralis*, *h*. untere Wand desselben, *h-w'*. *Habenula denticulata*, *h-m*. scheinbare Zähne, *n-t*. Zähne der zweiten Reihe, *n-p*. hinteres Glied derselben, *o*. Anschwellung mit Kern daran, *p-q*. u. *q-r*. Gelenkstücke, *r-t*. vorderes Glied der zweiten Reihe, *sss*. drei Cylinderzellen, die darauf sitzen, *u*. Epithelzellen unter der *Corti*'schen Membran, *w'-w*. *Zona pectinata*, *αα*. Rippenartige Erhebungen der *Habenula sulcata*, *β*. Stelle, wo ein Zahn der ersten Reihe seinen Anfang nahm, *γ*. Löcher zwischen den scheinbaren Zähnen, *δ*. zurückgeschlagenes vorderes Stück eines Zahnes der zweiten Reihe, *ε*. ein solcher *in situ* ohne seine Epithelialzellen, *ζ*. ein solcher nur mit der untersten Epithelzelle, *η*. ein eben solcher mit den zwei untersten Zellen, *ϑ*. Streifen oder leichte Hervorragungen der *Zona pectinata*, *κ*. Periost, das die *Lamina spiralis* befestigt, mit Lücken *λ*. zwischen den Bündeln.

meist in einfacher Reihe rundliche oder längliche, dunkle, glänzende Körperchen (c') von 0,0015 — 0,002''' Grösse, die bei Essigsäurezusatz Kerne zeigen, und an Chromsäurestücken oft bestimmt als kleine Zellen sich ergeben. Durch Essigsäure werden auch hie und da kernhaltige kleine Zellen in den erblassenden und etwas aufquellenden Zähnen und Rippen deutlich, welche Theile ebenfalls so wie die gleich zu beschreibenden als zur Gruppe des Bindegewebes gehörig anzusehen sind. Rippen und Höcker der *Habenula sulcata* enden gegen den *Modiolus* zu alle in einer Linie (Fig. 389. *a*), und hier ist die Stelle, von der die *Reissner*'sche Haut sich erhebt, welche meist auch durch eine vorspringende Ecke der *Habenula sulcata* bezeichnet wird.

Die *Habenula perforata mihi* (*h–t*) entspringt unter dem Anfange der Zähne erster Reihe unmittelbar aus der eben beschriebenen *Habenula sulcata*, und bildet den Boden der erwähnten Spiralfurche. Ihre Dicke beträgt anfänglich 0,003 — 0,004''', später nur noch 0,001''', welcher Durchmesser auch der übrigen häutigen Spirallamelle, vor Allem der *Zona pectinata* eigen ist, und ihre Breite nimmt in demselben Verhältnisse gegen die Kuppel der Schnecke hin zu, als die der *Habenula sulcata* sich verschmälert. Bezüglich auf den feineren Bau, so besteht dieselbe aus einer hellen gleichartigen Bindesubstanz mit spärlichen Bindegewebskörperchen, und was die gröberen Verhältnisse anlangt, so bietet dieselbe auf der Seite des *Canalis cochlearis* die sogenannten scheinbaren Zähne (*Dents apparents Corti*), als eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge von 0,01''' Länge, 0,002''' Breite, die durch seichte Furchen von einander getrennt, am äussern Ende leicht sich erheben und dann plötzlich wieder abfallen. Diese Gebilde liegen in der ersten Schneckenwindung unter den Zähnen der ersten Reihe noch auf der *Zona ossea*, in der zweiten und dritten Windung dagegen weiter nach aussen als dieselben, so dass sie mit der untern Fläche nur an die Nerven angrenzen, und besitzen in der ganzen Schnecke zwischen ihren äussern Enden spalten- oder kanalförmige Lücken zum Durchtritte der Schneckennerven, deren Zahl geringer ist, als die der innern *Corti*'schen Fasern.

Auf die *Habenula perforata* folgt nun meine *Habenula tecta* (Fig. 388, *i*), welche durch eine Vereinigung der beiderseitigen Periostblätter der *Lamina spiralis*, mit andern Worten der *Habenula perforata* und des Periostes an der tympanalen Seite der Ausbreitung des Schneckennerven sich bildet, und auf dieser liegen die von *Corti* sogenannten Zähne der zweiten Reihe (*n–t*), sehr sonderbare, von *Corti* entdeckte Gebilde, welche von diesem Forscher als unmittelbare Auswüchse der häutigen Spirallamelle und von mir zuerst als Enden der Schneckennerven beschrieben wurden, in Betreff welcher jedoch meine neuern embryologischen Untersuchungen mit grosser Wahrscheinlichkeit dargethan haben, dass sie nichts als umgewandelte Epithelzellen sind. Nichtsdestoweniger kann denselben der Name *Corti*'sche Fasern, mit denen ich sie bezeichnete, bleiben, und die Gesammtheit derselben sammt den oben aufgeführten Nebentheilen das *Corti*'sche Organ heissen, denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese Bildungen keine unwichtige Rolle in der Schnecke spielen. Soweit der schwierige Bau dieses Theiles des *Canalis cochlearis* sich bisher hat ermitteln lassen, ist derselbe folgendermaassen beschaffen:

In der Gegend der Löcher der *Habenula perforata* (*mihi*) beginnen eigen-

thümliche stabartige Gebilde, die *Corti*'schen Fasern, welche in der ganzen Länge der *Lamina basilaris*, eines neben dem andern gelegen und mit ihren Enden an dieselbe befestigt, in ihrer Gesammtheit eine Art Haut bilden, die, da sie in der Mitte gegen den Schneckenkanal *(Can. cochlearis)* vorspringt, am besten mit einem breiten, aber kurzen Stege verglichen werden kann. Genauer bezeichnet besteht diese eigenthümliche Bildung (Figg. 389 u. 390) aus zweierlei Arten von Stücken, die die innern und äussern *Corti*-schen Fasern heissen sollen, welche, obschon in Manchem sehr mit einander übereinstimmend, doch in gewissen Beziehungen, und so namentlich in der Zahl, von einander abweichen, indem die innern Fasern zahlreicher sind, als die äussern, wie *Claudius* zuerst gezeigt hat, so dass beiläufig auf drei innere nur zwei äussere Fasern kommen. Die innern Fasern (Fig. 390, *a*), die nach *Deiters* leicht abgeplattet und weniger biegsam sind, als die äussern Fasern, beginnen alle ganz regelmässig in Einer Linie unmittelbar



Fig. 390.

nach aussen von den Löchern der *Habenula perforata*, und zwar mit einer leichten der *Membrana basilaris* ansitzenden Verbreiterung, an deren einer Seite ein Kern anliegt, der wie durch ein zartes Häutchen an die Faser geheftet ist und den ich als wesentlichen Bestandtheil der Fasern ansehen zu müssen glaube. Hierauf verschmälern sich die Fasern etwas, so dass ihre Breite im Allgemeinen auf 0,0015 — 0,002''' angegeben werden kann, und verlaufen sanft ansteigend eine neben der andern, jedoch durch enge spaltenförmige Zwischenräume von einander getrennt, nach aussen, um schliesslich mit verbreiterten (von 0,0024''') dicht beisammenliegenden, höher als die übrigen Theile dieser Fasern gelegenen Enden *(c)* auszugehen, welche, wie ich gegen *Corti* zeigte, von diesem Forscher fälschlich als besondere Stücke *(Coins articulaires internes)* bezeichnet wurden. In Aushöhlungen dieser sogenannten Gelenkenden passen nun ähnliche Verbreiterungen oder Gelenkenden *(Coins articulaires externes Corti)* von 0,0035''' der minder zahlreichen und ziemlich drehrunden äussern *Corti*'schen Fasern. Diese wen-

Fig. 390. Ansicht des *Corti*'schen Organes von der Seite aus verschiedenen Beobachtungen zusammengestellt, 540mal vergr. *a.* Innere *Corti*'sche Faser, *b.* Anfang derselben mit einem Kerne an der einen Seite, der wie durch eine zarte Hülle an die Faser befestigt ist, *c.* Gelenktheil der Faser, *d.* helle Anhangsplatte, deren Verbindung mit den andern solchen Platten den Anfang der *Lamina reticularis* bildet, *e.* äussere *Corti*'sche Faser, *f.* Gelenkstück derselben, *g.* Ende an der *M. basilaris* (*o*) mit einem Kerne an der einen Seite, *h.* Stäbe an den äussern *Corti*'schen Fasern der *Lam. reticularis* angehörend, *k.* der vordere Theil dieser Haut in der Seitenansicht, *iii. Corti*'sche Zellen mit (*i'*) den fadenförmigen Ausläufern derselben, die an die *M. basilaris* gehen, *l. Deiters*'sche Zellen, nicht schattirt, um dieselben deutlicher zu machen, *l'l'.* untere und obere Ausläufer derselben, *mm.* grosse Epithelzellen nach aussen vom *Corti*'schen Organe, *n.* kleine Epithelzellen, beide auf der *Zona pectinata.*

den sich umgekehrt wieder gegen die *Membrana basilaris* zu, verschmälern sich in der Mitte und setzen sich zuletzt mit einem wieder verbreiterten dreieckigen Ende, an dessen unterer Seite ich ebenfalls eine kernhaltige Anschwellung finde, an die *Membrana basilaris* an, so jedoch, dass sie immer leicht von derselben sich trennen und nichts weniger als innig mit ihr verschmelzen. Die ganze Länge der äussern und innern *Corti*'schen Fasern, von denen die erstern meist etwas länger sind, beträgt 0,037—0,050''', und was ihre sonstige Beschaffenheit anlangt, so haben dieselben in chemischer Beziehung nicht die geringste Aehnlichkeit mit der *Lam. spiralis membranacea*, mit der sie von *Corti* und einigen Neuern zusammengestellt worden sind, und sind gerade umgekehrt eher zarte und leicht zerstörbare Gebilde, indem sie in verdünntem kaustischem Natron und Kali augenblicklich sich auflösen und ebenso auch in mässig verdünnter Salzsäure vergehen. Essigsäure mässig stark angewandt, macht dieselben beim Ochsen sogleich aufquellen und im Innern krümlig, dann rasch vergehen, ebenso bei der Katze, bei der sie jedoch langsamer einwirkt. Alkohol, Aether, Chromsäure, gesättigte Salz- und Zuckerlösungen machen die *Corti*'schen Fasern schrumpfen, Wasser nach und nach etwas aufquellen, doch haben diese Stoffe allerdings keinen so schädlichen Einfluss, wie etwa auf die Stäbchen der *Retina*, und können die Fasern in ihnen lange sich halten, was übrigens an geeigneten Chromsäurestücken selbst bei den so zarten Retinastäbchen zu beobachten ist und keinen Beweis grosser Widerstandsfähigkeit abgibt, wie mehrere Neuere angenommen haben. Für die Deutung der *Corti*'schen Fasern ist es wohl auch nicht ohne Belang, dass die äussern Fasern unter Umständen auch Varicositäten zeigen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 435, 3), so dass eine zarte Hülle und ein dunklerer Inhalt an ihnen zu unterscheiden ist, eine Thatsache, die ich auch nach meinen neuern Erfahrungen, den negativen Ergebnissen der Beobachtungen von *Schultze*, *Böttcher* und *Deiters* gegenüber, aufrecht halten muss.

Ausser diesen *Corti*'schen Fasern zeigt das *Corti*'sche Organ noch andere merkwürdige Gebilde, nämlich die gestielten Zellen *Corti's*, die *Deiters*'schen Zellen, und eine besondere von mir aufgefundene zarte Deckplatte (siehe Mikr. Anat. II. 2. S. 756), die ich die *Lamina reticularis cochleae* nannte. Diese letztere, oder die *Lamina velamentosa* von *Deiters* ist, obschon sie fast aus jeder Schnecke, wenn auch oft nur in Bruchstücken zur Anschauung kommt, wenn es sich darum handelt, ihre Verhältnisse genau zu ermitteln, einer der schwierigsten Theile des Organes. In den Fällen, in denen mir dieselbe, wie es schien, gut erhalten zu Gesicht kam, hatte sie die in der Fig. 391 dargestellte Zusammensetzung und zeigte folgende Theile: 1) eine kürzere helle Platte *(e)* mit zart begrenzten Abtheilungen, deren Zahl derjenigen der innern *Corti*'schen Fasern entspricht. Diese Platte sitzt an der Grenzstelle der innern und äussern *Corti*'schen Fasern, hängt mit den erstern innig zusammen und besteht in der That aus nichts anderem, als aus einer Vereinigung von besondern Anhängen der innern Fasern (Fig. 390, *d*), die ich die Platten derselben nenne; 2) eine netzförmige Lamelle im engern Sinne, bestehend: *a*) aus längeren geraden, leicht angeschwollen endenden Stäben (Fig. 394, *k*), deren Zahl derjenigen der äussern *Corti*'schen Fasern entspricht und die mit den

Gelenkenden derselben in einer noch nicht genau ermittelten Weise zusammenhängen (s. auch Fig. 390, *k*), nach *Deiters* in der Art, dass sie wie in einer Vertiefung der vordern obern Kante derselben liegen. Diese Stäbe, die dicht unter der hellen Platte liegen und vielleicht im Leben mit ihr zusammenhängen, zeigen in der Gegend des Randes der Platte eine leichte, manchmal körnige Anschwellung, und laufen vorn in ein knopfartig verbreitertes Ende aus. Hierauf folgen *b*) kleinere zwischen den vorderen Enden der Stäbe gelegene Stücke, von der Form einer Sanduhr *(l)*, die ich innere Zwischenglieder nenne *(Phalangen* I. Reihe, *Deiters)* dann *c*) mehr doppelkegelartig oder auch sanduhrförmig gestaltete äussere Zwischenglieder *(l')* zwischen den Enden der innern *(Phalangen* II. Reihe, *Deiters)*; endlich *d*) eine Reihe von Endgliedern (die Schlussrahmen, *Deiters*), die in manchen Fällen so erschienen, wie in Fig. 349 der 3. Aufl. dieses Werkes, in andern als rechteckige, dicht aneinander liegende Stücke sich zeigten, wie in Fig. 391, *p*. In beiden Fällen sassen an diesen Stücken fadenförmige oder haarförmige Anhänge *(q)*. Zwischen allen diesen Stücken, die manchmal wie alle untereinander zusammenzuhängen und eine einzige Platte zu bilden scheinen, andere Male aber auch von einander gelöst vorkommen, befinden sich drei Reihen von Löchern (Ringe, *Böttcher*; Kreise, *Deiters*) in regelmässiger Stellung *(m, n, o)*, die ich innere, mittlere und äussere Löcher der *Lam. reticularis* nenne. Ueber die Grösse dieser durchlöcherten Platte wird das am besten Aufschluss geben, dass die der *Membrana basilaris* ansitzenden Enden der äussern *Corti*'schen Fasern in einer Linie mit der dritten Löcherreihe liegen, und was die sonstige Natur der ganzen *Lamina reticularis in toto* anlangt, so kann ich nur sagen, dass sie ziemlich die Beschaffenheit der *Corti*'schen Fasern zu haben scheint, nur dass an ihren einzelnen Theilen durchaus nichts von Kernen oder Varicositäten zu bemerken ist, wogegen Verbiegungen verschiedener Art oft zur Anschauung kommen, wie sie auch an den offenbar weichen *Corti*'schen Fasern nicht selten sind. Auffallend war mir in neuester Zeit, dass in den Platten und Stäben der *Lamina reticularis* in einzelnen Fällen ganz deutlich Vacuolen zu sehen waren, was auf eine zartere Beschaffenheit dieser Theile hinweist.

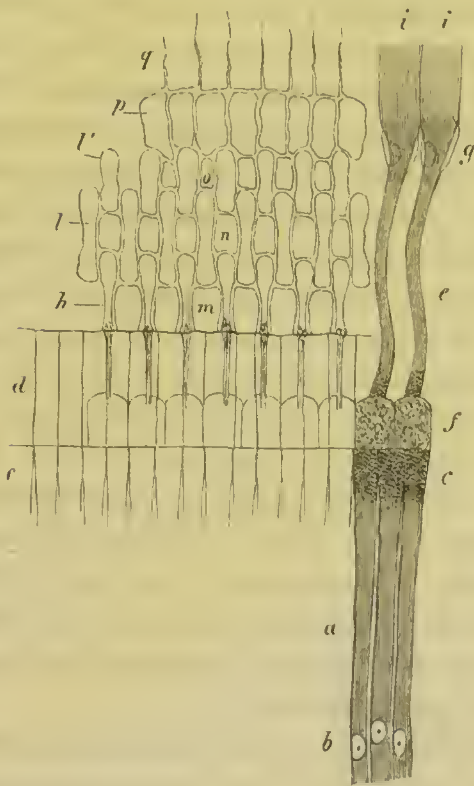


Fig. 391.

Fig. 391. *Corti*'sches Organ und *Lamina reticularis cochleae* von oben, 540mal vergr., vom Ochsen. Buchstaben *a—h* wie in Fig. 390. *i.* Scheinbare Fortsetzung der Enden der *Corti*'schen Fasern in den Streifen der *Zona pectinata*, *l.* innere Zwischenglieder, *l'.* äussere Zwischenglieder, *m, n, o.* erste, zweite und dritte Reihe von Löchern, *p.* rechteckige Endglieder der *Lamina*, *q.* Fortsetzungen dieser in Form von Fasern auf die grossen Epithelzellen aussen am *Corti*'schen Organe.

Die gestielten Zellen *Corti's* (Fig. 390, *iii*) sind die zartesten und vergänglichsten Gebilde des *Corti*'schen Organs, was auch erklärt, dass nur wenige Beobachter dieselben einigermassen richtig erkannt haben, unter welchen vor Allem *Deiters* zu nennen ist. Dieselben sitzen in drei Reihen, nicht hinter einander, wie *Corti* fälschlich angab (siehe Fig. 389), sondern abwechselnd in den Gegenden der Löcher der *Membrana reticularis* und erstrecken sich nach aussen von den äussern *Corti*'schen Fasern in schiefer Richtung von der *Lamina reticularis* bis zur *Membrana basilaris*. An der *Lamina reticularis* haften diese Zellen mit abgestutzten Endflächen in der Gegend der Löcher dieser Platte, ziehen dann eine Strecke weit als walzenförmige Gebilde abwärts und setzen sich endlich in einen dünnen Faden fort, welche Fäden jenseits der Anheftungsstellen der äussern *Corti*'schen Fasern, an die *Zona pectinata* der *Membrana basilaris* ebenfalls in drei abwechselnd gestellten Reihen sich anheften *(Deiters)*. Alle diese Zellen sind feinkörnig, mit deutlichem rundem Kerne und so zart, dass sie fast nur an frischen Stücken zu sehen sind. Die *Deiters*'schen Zellen *(l)* sind spindelförmige kernhaltige Zellen, die im Ganzen dieselbe Lage einnehmen, wie die *Corti*'schen Zellen, und an beiden Enden in fadenförmige Fortsätze *(l')* auslaufen. Der eine Fortsatz haftet an der *Lamina reticularis*, während der andere nach *Deiters* mit dem Ausläufer einer *Corti*'schen Zelle sich verbinden und gemeinschaftlich mit demselben an die *Membrana basilaris* sich anheften soll.

Die *Zona pectinata Todd-Bowman* (Fig. 389, *w'–w*) ist der äussere oben und unten glatte Theil der häutigen Spirallamelle, der nach aussen an einem Vorsprunge der äussern Wand des Schneckenkanales sich befestigt. Dieselbe ist ein vollkommen gleichartiges Blatt, welches jedoch mit Ausnahme der Ränder in der Querrichtung des Schneckenkanales an der dem *Canalis cochlearis* zugewendeten Seite fein dicht gerippt erscheint, und so ein faseriges Ansehen gewinnt. Nach aussen nimmt dieselbe, indem sie in einem schmalen Saume an der Seite des *Canalis cochlearis* wie mit Oeffnungen versehen erscheint, welche jedoch nicht durchgehen, eine eigenthümliche, von der Schneckenwand, da wo dieselbe eine kleine Knochenleiste, *Lamina spiralis accessoria Huschke*, besitzt, kommende Fasermasse auf, welche *Todd-Bowman* als *Musculus cochlearis* beschreiben, in der ich jedoch nichts als Bindegewebe mit länglichen Bindegewebskörperchen sehe, wesshalb ich dieselbe als *Lig. spirale* bezeichnete.

Viel einfacher als der Bau der *Membrana basilaris* ist der Bau der beiden andern Wandungen des Schneckenkanales. Die *Reissner*'sche Haut besteht aus einer dünnen Lage einfacher Bindesubstanz (d. h. dichten Netzen von Bindegewebskörperchen) mit zahlreichen Capillaren, welche am Anfange der *Habenula sulcata* vom Perioste der *Zona ossea* sich erhebt und auf der andern Seite in das innere Periost der Schnecke übergeht, welches vom Ansatzpunkte der *Reissner*'schen Haut an bis zur *Membrana basilaris* die äussere Wand des genannten Kanales darstellt. In dieser äussern Wand befindet sich dicht am Epithel des *Canalis cochlearis* eine gefässreiche dünne Lage, die *Stria vascularis* von *Corti*, und unmittelbar nach aussen davon eine aus hübschen vieleckigen hellen Zellen bestehende Platte, die eine bedeutende Aehnlichkeit mit gewissen einfachsten Knorpelformen zeigt. Bei älteren Kalbsembryonen war die *Reissner*'sche Haut auf der Seite der *Scala vestibuli* von

einer hellen gleichartigen Lage, ähnlich einer *Basement membrane*, bedeckt, die auch sonst in der *Scala vestibuli* sich fand und zur Bindesubstanz des Periostes zu gehören schien, während bei menschlichen Embryonen des fünften und sechsten Monates an dieser Stelle ein deutliches Epithel zur Beobachtung kam.

Nach Beschreibung der Wandungen des *Canalis cochlearis* ist nun noch des Epithels desselben zu gedenken, ein Punkt, mit Bezug auf welchen die Beobachter noch keineswegs sich geeint haben, was leicht begreiflich ist, wenn man weiss, wie ungemein zart und hinfällig die fragliche Auskleidung ist. Ohne auf die bisherigen Angaben einzugehen, deren Werth zum Theil sehr zweifelhaft ist, da keiner der Untersucher der mikroskopischen Verhältnisse den wirklichen *Canalis cochlearis* kannte, bemerke ich gleich, dass Schnitte embryonaler Schnecken mit Bestimmtheit lehren, dass ursprünglich der ganze *Canalis cochlearis* von einem Epithel ausgekleidet ist (Fig. 392). Dieses Epithel ist an den meisten Stellen ein einfaches Pflasterepithel, zeigt jedoch an zwei Gegenden Besonderheiten, und zwar 1) im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula sulcata*, und 2) in der Gegend des spätern *Corti*'schen Organes. Am erstern Orte ist dasselbe von einer besonderen Cuticularbildung überdeckt, in der ich die bisher nach Lage und Bedeutung räthselhafte *Corti*'sche Membran (siehe unten) erkannt habe, und ist im *Sulcus spiralis* dick und geschichtet, so dass es denselben im ganzen Bereiche der *Habenula perforata* bis zur Höhe der Zähne der *Habenula sulcata* erfüllt, während in der Gegend des *Corti*'schen Organes ein kleinerer Epithelialwulst sich findet, der in seiner Wölbung auffallend an die des *Corti*'schen Organes erinnert. Verfolgt man nun das Epithel weiter in seiner Entwickelung, so ergeben sich folgende Verhältnisse. 1) Der kleine Epithelialwulst auf der *Membrana basilaris* wird zum *Corti*'schen Organe mit allen seinen Nebentheilen, und sind die *Corti*'schen Fasern, sowie die *Corti*'schen und *Deiters*'schen

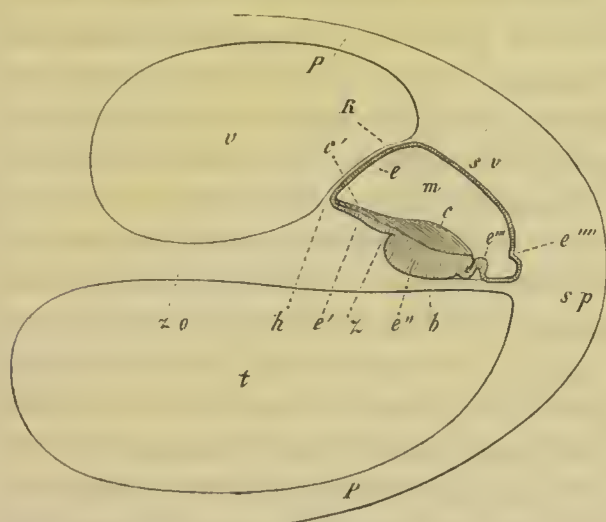


Fig. 392.

Fig. 392. Querschnitt der ersten Windung der Schnecke (ohne knorpelige Umhüllung von einem $6\frac{1}{2}''$ langen Kalbsembryo, vergr. dargestellt. *t. Scala tympani, v. Scala vestibuli, m. Canalis cochlearis, zo.* später verknöchernder Theil der *Lamina spiralis, h.* Vorsprung der *Habenula sulcata*, von wo die von mir sogenannte *Reissner*'sche Membran (*R*) oder die Begrenzungshaut des *Canalis cochlearis* entspringt, *z.* Zähne der ersten Reihe, *b. Membrana basilaris, sp. Ligamentum spirale, pp.* inneres Periost der Schnecke, *sv.* Gegend der *Stria vascularis*, an der äusseren Wand des Schneckenkanales, *e-e''''*. Epithel des Schneckenkanals, *e.* Epithel der *Reissner*'schen Membran, *e'*. Epithel der *Habenula sulcata Cortii, e''*. sehr dickes Epithel im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula perforata mihi, cc'*. *Corti*'sche Membran, die auf *e'* und *e''* aufliegt, *e'''*. Duplicatur des Epithels, die wesentlich zu den *Corti*'schen Fasern sich umzuwandeln scheint, *e''''*. Vorsprung des *Ligamentum spirale* unterhalb der *Stria vascularis*, an den alle Forscher, mit Ausnahme von *Reissner*, die Deckmembran des *Canalis cochlearis* sich ansetzen lassen.

Zellen nichts als umgewandelte Epithelzellen und die *Lamina reticularis* eine eigenthümliche *Cuticula*. — Ich kann zwar nicht behaupten, die sehr schwierige Entwickelungsgeschichte des *Corti*'schen Organes so Schritt für Schritt verfolgt zu haben, als es wünschbar wäre, immerhin habe ich so viel gesehen, um mich für berechtigt zu halten, die obigen Sätze aufzustellen, und verweise ich nun zunächst auf den in der Fig. 388 dargestellten *Canalis cochlearis* eines älteren Kalbsembryo. Der fragliche Epithelialwulst besteht um diese Zeit aus einer einfachen Lage ziemlich grosser, im Allgemeinen senkrecht stehender Zellen, die auf den ersten Blick nicht viel Besonderes darbieten, bei genauer Besichtigung jedoch in Form und Lage Eigenthümlichkeiten darbieten, die die Figur bei der geringen Vergrösserung nicht deutlich erkennen lässt. Die erste Zelle erhebt sich unmittelbar nach aussen von den Löchern der *Habenula perforata* auf breiter dreieckiger kernhaltiger Grundfläche, und ist mit ihrem in der Seitenansicht verschmälerten Ende stark schief und nach aussen gerichtet. Die zweite Zelle kehrt sich mit dem schmäleren freien Ende gegen die erste und wendet die breitere kernhaltige Grundfläche nach aussen. Diese beiden Zellen halte ich für die äussere und innere *Corti*'sche Faser, die jetzt noch ganz steil stehen, später aber mit ihren Grundflächen auseinander rücken, was von einem Längenwachsthume der Zellen selbst, oder ihrer Grundlage, der *Membrana basilaris* abhängen kann. Darauf folgen 3—4 eher birnförmige oder walzenförmige Zellen, von denen die äusseren so schief stehen, dass sie ihre Spitzen den ersten Zellen zuwenden, und endlich zwei oder drei Zellen, die kaum merklich grösser sind als die Zellen, die weiter nach aussen die *Zona pectinata* bekleiden. Erstere halte ich für die *Corti*'schen und *Deiters*'schen Zellen, und letztere für die Vorläufer der grösseren hellen Pflasterzellen, die nach *Corti's* Entdeckung den Anfang der *Zona pectinata* bekleiden (siehe Fig. 390). Von einer *Lamina reticularis* war in dieser Schnecke noch nichts da. Aehnliche Beobachtungen habe ich auch bei menschlichen Embryonen des fünften und sechsten Monates gemacht, nur dass die zwei ersten Epithelzellen des *Corti*'schen Organes den *Corti*'schen Fasern noch ähnlicher waren, als die vorhin geschilderten von Kalbsembryonen. — Einmal so angelegt, bildet sich das *Corti*'sche Organ rasch aus, und ist bei ausgetragenen menschlichen Embryonen und Kalbsembryonen von 18″ Länge vollkommen angelegt, nur dass, wenigstens beim Menschen, die *Lamina reticularis* noch sehr zart und, wie mir schien, in ihren äussersten Gliedern noch nicht angelegt war.

2) Der dicke Epithelialwulst im *Semicanalis spiralis* (Fig. 388, *d* und 392, *e*″) der jungen embryonalen Schnecke ist bei älteren Embryonen von Kälbern noch genau in derselben Weise vorhanden (Fig. 388), und ergibt sich nun unter den Zähnen selbst als aus langen breiteren, walzenförmigen, vielleicht einschichtigen Zellen gebildet, während weiter vorn gegen das *Corti*'sche Organ zu die Elemente schmäler, zarter und, wie ich behaupten zu dürfen glaube, mehrschichtig sind. Bei Kälbern von 2—3 Wochen ist dieser Epithelialwulst noch wesentlich in derselben Weise da, und kann ich nun auch angeben, dass er auch bei erwachsenen Thieren nicht fehlt. In der That hat *Claudius* schon längst behauptet, dass der ganze *Semicanalis spiralis* von Zellen erfüllt sei, und Aehnliches gibt auch

Deiters an, nur dass er die Zellen durch ein bindegewebiges Gerüst zusammengehalten werden lässt, was, wie jetzt meine Untersuchungen lehren, nicht richtig sein kann. Es ist nun auch wirklich nicht schwer, in der ganzen Ausdehnung, wo bei Kalbsembryonen die Zellen sitzen, vom *Sulcus spiralis* an bis auf die innern *Corti*'schen Fasern ein mächtiges Lager von theils mehr rundlichen oder vieleckigen, theils länglichen Epithelzellen zu finden, dagegen hat es mir jetzt in keiner Weise gelingen wollen, dieselben so im Zusammenhange und in der Lage zu erhalten, dass es möglich gewesen wäre, eine Zeichnung derselben aufzunehmen und sich zu überzeugen, ob der Epithelialwulst auch später dieselbe Mächtigkeit und Gestalt hat, wie früher. Nichtsdestoweniger glaube ich diess mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen und zwar nicht allein gestützt auf die Flächenansichten der fraglichen Zellen, sondern auch auf den Umstand, 1) dass die embryonalen Schnecken, in denen der Wulst noch vollkommen zur Anschauung kam, schon sehr grosse waren, und 2) dass die *Corti*'sche Haut, die den fraglichen Wulst als Unterlage hat, beim erwachsenen Thiere genau in derselben Weise sich findet, wie früher. Mit Bezug auf untergeordnete Verhältnisse, wie z. B. ob der Epithelialwulst auch später das *Corti*'sche Organ so überragt, wie die Fig. 388 es zeigt, wird man freilich so lange im Ungewissen bleiben, als es nicht gelingt, auch bei erwachsenen Thieren diese zarten Bildungen so zu erhalten, dass eine genauere Untersuchung derselben möglich wird. — Bei menschlichen Embryonen fand ich die Zellen dieses Epithelialwulstes mehr rundlich, und in derselben Form treten sie auch bei Erwachsenen auf, bei denen jedoch ebenfalls die Zellen gegen das *Corti*'sche Organ zu kleiner und mehr körnig, die im *Sulcus* heller und grösser sind.

Die *Corti*'sche Haut (Fig. 388, *m C*), deren frühes Auftreten als *Cuticula* eines Theiles des Epithels des *Canalis cochlearis* meine embryologischen Untersuchungen dargethan haben, und deren Lage und Gestalt aus der Figur klar wird, ist auch beim Erwachsenen vollkommen in derselben Weise vorhanden. Dieselbe deckt, wie meine Erfahrungen an älteren Kalbsembryonen lehren, in allen Theilen der Schnecke die *Habenula sulcata* von dem Punkte an, wo die *Reissner*'sche Haut sich erhebt, und bekleidet dann den grossen Epithelialwulst im *Semicanalis spiralis* und auf der *Habenula perforata*. Am vorderen Ende dieses Wulstes geht die Haut plötzlich verdünnt auch noch in die Spalte zwischen diesem und dem *Corti*'schen Organe ein und endet dann, wie es scheint, ohne Verbindung mit der verwandten *Lamina reticularis*. Ihre Dicke beträgt beim Ochsen am dicksten Theile bis zu 0,02''', und was ihren Bau anlangt, so ist sie feinstreifig, wie wenn sie aus Fasern bestünde, die sich jedoch nicht darstellen lassen, in der Art, dass die Streifen auf Flächenansichten vorzüglich quer und auf Durchschnitten bogenförmig dem freien Rande gleich verlaufen. In chemischer Beziehung ist diese Haut noch nicht genauer untersucht, doch ist sicher, dass sie verschiedenen Stoffen mehr Widerstand leistet, als die *Corti*'schen Fasern und mehr der *Membrana basilaris* gleichkommt.

3) In den übrigen Theilen des *Canalis cochlearis* erhält sich das Epithel in wesentlich derselben Weise wie beim Embryo, und sind hier nur folgende Verhältnisse zu erwähnen. Auf der *Habenula sulcata*, die beim Embryo unter der *Corti*'schen Haut ein zusammenhängendes Epithel besitzt, finde ich beim

erwachsenen Geschöpfe ein solches nur gegen die Abgangsstelle der *Reissner*'schen Haut, weiter vorn nicht mehr. Doch glaube ich, dass die Körperchen in den Furchen dieser *Habenula*, in denen ich wie *Deiters* kernhaltige und zwar kurz walzenförmige Zellen erkenne, zum Theil als Epithel aufzufassen sind, welches somit hier unterbrochen wäre. — Auf der *Reissner*'schen Haut ist später das Epithel platt und aus ziemlich grossen vieleckigen Zellen gebildet. Wieder kleiner, aber etwas dicker sehe ich dasselbe auf der äussern Wand des Schneckenkanales und auf der *Zona pectinata*, mit Ausnahme der an das *Corti*'sche Organ angrenzenden Stellen, wo wie schon erwähnt, grosse rundliche Zellen stehen (Fig. 389 *u.* 390), die *Deiters* zu aufgequollen zeichnet. Auf diese Zellen scheinen sich noch Fortsätze der *Lamina reticularis* zu erstrecken, die *Deiters* sicherlich nicht richtig als Bindesubstanz deutet, und kann ich ausserdem bemerken, dass ich Spuren einer *Cuticula* auch in der Gegend der *Stria vascularis* gesehen habe, ohne jedoch im Stande gewesen zu sein, diese Frage vollkommen ins Reine zu bringen.

Die Nerven der Schnecke dringen aus den Kanälen des *Modiolus* in die Räume der knöchernen Zone hinein, und bilden hier mit dunkelrandigen Röhren von 0,0015''' in der ganzen Ausdehnung derselben ein dichtes Geflecht, das nach *Corti's* Entdeckung an einer ganz bestimmten Stelle, unfern des Randes der Zone, eine anfangs 0,1''' breite Anhäufung von bipolaren, rundlich-eiförmigen, kleinen (von 0,011 — 0,016''' Länge, 0,0066 — 0,0097''' Breite) und blassen Ganglienzellen enthält, welche höchst wahrscheinlich alle Nervenfasern des Schneckennerven in ihrem Laufe unterbrechen. Die von diesem *Ganglion Cortii s. spirale* nach aussen abgehenden dunkelrandigen Nervenröhren legen sich nochmals in netzförmig verbundene, dann einfach nebeneinander fortlaufende platte Bündel zusammen, welche gegen den *Hamulus* immer lockerer werden, so dass auf diesem die Fasern in einfacher Schicht und selbst durch Zwischenräume getrennt wahrzunehmen sind. Das Ende dieser Nerven findet bei allen nebeneinander liegenden Bündeln und Röhren immer in Einer Linie statt, ist jedoch in der ersten Windung etwas näher der äussern Schneckenwand zu finden, als höher oben. Ausserdem liegen dort die Endigungen noch innerhalb der zwei Platten der knöchernen Zone, obschon gerade am Rande derselben, in der zweiten Windung in einer Ausdehnung von 0,02 — 0,03''' schon ausserhalb derselben an der untern Fläche der *Habenula perforata*, in der dritten halben Windung endlich als ein 0,08 —0,09''' breiter nervöser Saum auch an der untern Seite der *Habenula sulcata*. An beiden letztern Orten sind jedoch die Nerven nicht frei in der *Scala tympani* enthalten, sondern von dem Perioste der

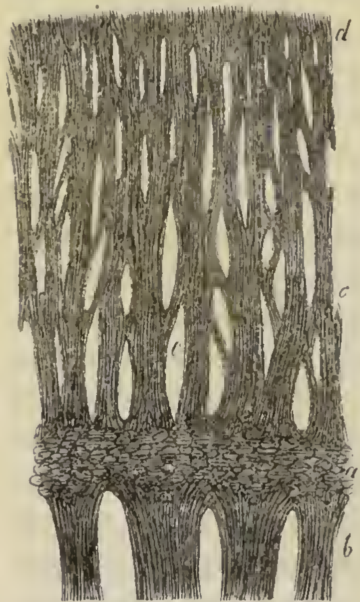


Fig. 393.

Fig. 393. Endplexus der dunkelrandigen Schneckennerven aus der *Zona ossea* der ersten Schneckenwindung des Ochsen, 100mal vergr., nach Behandlung mit Salzsäure. *a. Habenula ganglionaris Corti* mit vielen querverlaufenden Nervenfasern, 0,1—0,2''' breit, *b.* vom *Modiolus* in dieselbe eintretende Stämme von 0,09 — 0,2''' Breite, *c.* aus der Nervenzellenschicht hervortretende vielfach verbundene Zweige von 0,024 — 0,090''', die bei *d.* in einen zusammenhängenden Saum von 0,024—0,040''' übergehen.

untern Fläche der *Zona ossea* bedeckt. Das eigentliche Ende der bis auf 0,001''' verfeinerten Nervenröhren wurde von *Corti* und Andern so beschrieben, dass dieselben auf einmal erblassen, noch feiner werden und dann frei auslaufen. Ich habe jedoch im Jahre 1854 nachgewiesen, dass alle Nervenröhren verschmälert und blass durch die Löcher in der *Habenula perforata* dringen und in den Raum eintreten, den man früher noch der *Scala vestibuli* zurechnete und der sich nun als Höhlung des *Canalis cochlearis* ergeben hat. Wie die Nerven hier ausgehen, ist immer noch unermittelt und nur so viel als ausgemacht zu betrachten, dass sie, wie *M. Schultze* zuerst angegeben hat, nach ihrem Eintreten in den Schneckenkanal nur noch feinste blasse varicöse Fädchen darstellen und irgendwie am *Corti*'schen Organe ihr Ende erreichen.

Die Gefässe der Schnecke sind, obschon fein, doch recht zahlreich, und breiten sich einmal im Perioste der Wände des Schneckenkanals und dann in der *Lamina spiralis* aus. Am erstern Orte bilden sie ausser den überall befindlichen Capillarnetzen noch einen besondern gefässreichen Streifen im *Canalis cochlearis* unmittelbar über dem *Lig. spirale*, die *Stria vascularis Cortii*, der, obschon mit den Gefässen des Periostes zusammenhängend, doch über demselben liegt und wie in das hier zum Theil auch bräunlich gefärbte Epithel eingebettet ist. In der *Lamina spiralis* findet sich einmal in dem knöchernen Theile und dann in der Nervenausbreitung selbst ein reichliches Capillarnetz, das mit einem an der untern oder Tympanalfläche der *Zona membranacea* in der ganzen Ausdehnung der Schnecke verlaufenden *Vas spirale* zusammenhängt. Dieses wahrscheinlich venöse Gefäss liegt immer unter der *Habenula denticulata (Corti)* bald mehr einwärts, bald mehr nach aussen und ist in der letzten halben Windung der Schnecke ein Capillargefäss von nur 0,004''', wird jedoch gegen die Basis zu allmählich bis 0,013''' breit und deutlich aus zwei Häuten zusammengesetzt. In seltenen Fällen gibt es zwei capilläre *Vasa spiralia* an der genannten Stelle, und zweimal fand *Corti* beim Menschen und beim Schafe auch ein äusseres *Vas spirale* nahe an dem *Lig. spirale* an der *Zona pectinata*, das jedoch mit den innern Gefässen nicht zusammenhing, wie denn überhaupt die *Zona pectinata* als gefässlos sich erweist. Dagegen stehen die Gefässe der *Lamina spiralis* durch feine Netze, die vom Perioste an ihrer vestibulären Seite, wo sie auch in die *Habenula sulcata* eindringen, auf die *Reissner*'sche Haut übergehen und diese durchziehen, mit denen des Periostes der äussern Schneckenwand in Verbindung.

Noch ist zum Schlusse des *Nervus acusticus* zu gedenken. Die Nervenröhren seines Stammes messen beim Menschen 0,002—0,005''', sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im Stamme selbst und im Vorhofs- und Schneckennerven zahlreiche bipolare und auch apolare und unipolare blasse und gefärbte Ganglienzellen, bei Säugern und beim Menschen von 0,02—0,07''', von denen die letztern beiden, wie *Stannius* wohl mit Recht annimmt, wahrscheinlich nur verstümmelte bipolare sind, indem namentlich bei Fischen der *Acusticus* nur oder fast nur solche enthält. Aehnliche Zellen, nur kleiner, finden sich, wie schon oben erwähnt, auch in der Schnecke und dann auch an den Nervenstämmchen im *Vestibulum (Pappenheim, Corti)*.

In Betreff der Entwickelung des Gehörorgans und vor Allem der Schnecke, verweise ich auf meine Entwickelungsgeschichte.

Die histiologischen Untersuchungen über die Schnecke beginnen erst mit *Todd-Bowman* und vor Allem mit *Corti*, dessen ausgezeichnete Monographie für immer der Ausgangspunkt für alle Beobachter sein wird. *Corti* entdeckte neben vielem Anderem das Ganglion des Schneckennerven, das verwickelte nach ihm genannte Organ auf der *Membrana basilaris* und die Deckmembran der *Habenula sulcata*, und gab zugleich auch die erste genaue und ins Einzelne gehende Beschreibung der *Lamina spiralis*. Dagegen blieb ihm die letzte Endigung der Schneckennerven ganz verborgen und glaubte er, dass dieselben in der *Scala tympani* frei auslaufen. Hierauf wurde von mir nachgewiesen, dass dieselben in kleinen Bündelchen durch die Löcher der *Habenula perforata* in die vermeintliche *Scala vestibuli* treten, gerade da, wo die inneren *Corti*'schen Fasern beginnen, und so kam ich, unter dem Einflusse der Beobachtungen von *H. Müller* und mir über die *Retina*, und gestützt auf den Nachweis, dass die *Corti*'schen Fasern in ihrem chemischen Verhalten durchaus nicht mit der *Membrana basilaris* übereinstimmen, mit welcher *Corti* sie zusammengestellt hatte, sondern eher zarte und vergängliche Bildungen sind, zur Aufstellung der Vermuthung, dass die *Corti*'schen Fasern die eigenthümlich gebauten Enden der Schneckennerven darstellen. Diese Aufstellung, die, wie sich jetzt herausstellt, eine irrthümliche war, wurde zuerst erschüttert durch die Wahrnehmung von *Claudius*, dass die inneren und äusseren *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, zu welcher dann später noch die Beobachtung von *M. Schultze* dazu kam, nach welcher die Acusticusfasern jenseits der Löcher der *Habenula perforata* als feinste varicöse Fäserchen weiter laufen. Ich musste diese Angaben bestätigen, und fand mich so schon in der 3. Auflage dieses Werkes veranlasst, mich, wenn auch noch nicht entschieden, eher an *Corti's*, auch von *M. Schultze* aufgenommene Ansicht anzuschliessen, nach welcher das *Corti*'sche Organ eine Hülfseinrichtung für das Zustandekommen des Hörens durch die Schnecke ist. Jetzt, wo durch meine embryologischen Untersuchungen auch noch der Nachweis gegeben ist, dass das ganze *Corti*'sche Organ aus dem Epithel des Schneckenkanales hervorgeht, und gezeigt ist, dass zu einer Zeit, wo die Schneckennerven schon gut entwickelt sind, die *Corti*'schen Fasern noch ganz epithelzellenartig und in einer Gestalt bestehen, die jeden Gedanken an ihre Verbindung mit den Nervenfasern ausschliesst, trete ich der letztgenannten Auffassung entschieden bei, und erlaube mir nur den Wunsch beizufügen, dass bald ein der Akustik Kundiger es sich angelegen lassen sein möge, die Bedeutung einer so auffallenden Einrichtung, wie die *Corti*'schen Faserreihen sie darstellen, zu enträthseln.

Mit Bezug auf die übrigen Erwerbungen in diesem Gebiete ist nun noch Folgendes zu erwähnen. *Claudius* verbesserte die Darstellungen von *Corti* und mir nicht nur durch den Nachweis, dass die innern *Corti*'schen Fasern zahlreicher sind als die äussern, sondern er war auch der Erste, der zeigte, dass die äussern *Corti*'schen Fasern an der *Membrana basilaris* haften und dass das ganze Organ bogenförmig den betreffenden Theil der *Membrana basilaris* überbrückt. Von mir wurde die *Lamina reticularis* des *Corti*'schen Organes aufgefunden und gleichzeitig von *M. Schultze* und mir genauer beschrieben, woran sich dann weitere Schilderungen von *Böttcher* und *Deiters* anreihten. Diese letztgenannten Forscher machten sich ausserdem durch einlässliche Forschungen über die der *Membrana basilaris* anliegenden Theile verdient, und wenn auch ihre Ergebnisse nicht in allen Beziehungen untereinander und mit denen anderer Forscher stimmen, so ist nicht zu vergessen, dass es sich hier um einen der schwierigsten Theile im ganzen Gebiete der mikroskopischen Anatomie handelt. Da weiter unten noch mehrere *in dubio* stehende Verhältnisse zur genaueren Besprechung kommen, so erwähne ich hier nur, dass *Böttcher* zuerst gezeigt hat, dass die Löcher der *Habenula perforata* und die innern *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, so wie dass nach aussen von den äussern *Corti*'schen Fasern noch andere Fasern an die *M. basilaris* gehen, welche letztern *Deiters* als die Fortsätze der *Corti*'schen Zellen erkannt hat, die von ihm überhaupt genauer beschrieben wurden, als es bisher der Fall gewesen war. Ebenso verdanken wir *Deiters* zuerst eine bessere Ein-

sicht in die nach ihm genannten Zellen, welche übrigens auch schon *Böttcher* in Spuren wahrgenommen hatte, so wie schöne Untersuchungen über die Schnecke der Vögel und Amphibien.

Einen wichtigen Wendepunkt in den Untersuchungen über die Schnecke bezeichnen, wie ich sagen zu dürfen glaube, die embryologischen Forschungen von *Reissner* und von mir. *Reissner* beschrieb im Jahre 1854 bei Embryonen zuerst den mittleren Kanal in der Schnecke und eine zweite häutige denselben schliessende Spirallamelle, die von mir sogenannte *Reissner*'sche Haut, und gab zugleich an, dass der genannte Raum, der nichts als der embryonale Schneckenkanal sei, auch bei ausgebildeten Geschöpfen sich finde. Keiner der späteren Forscher verstand diese wichtigen Angaben, bis ich dieselben nach Untersuchungen an Embryonen bestätigte und nach verschiedenen Seiten erweiterte. Ich zeigte namentlich, dass der *Canalis cochlearis* schon sehr früh an einer Stelle ein dickes Epithel hat und dass aus einem Theile dieser Bekleidung das eigenthümliche *Corti*'sche Organ hervorgeht, während der Rest als Auskleidung des *Sulcus spiralis* liegen bleibt. Ferner wies ich der *Corti*'schen Membran zum ersten Male ihre richtige Lage an und ermittelte ihre anatomische Bedeutung als die einer Cuticularbildung, welche Stellung ich auch vermuthungsweise der räthselhaften *Lamina reticularis* zuschrieb. Durch diese Wahrnehmungen wurde zugleich auch eine Vergleichung der feineren Einrichtungen in der Schnecke der Säuger mit denen im *Vestibulum* und den Ampullen möglich und eröffneten sich ausserdem neue Wege für ein besseres Verständniss der letzten Nervenendigungen in dem erstern Organe —

Er erübrigt nun noch einige Verhältnisse zweifelhafter oder schwieriger Art noch mehr im Einzelnen zu besprechen und zugleich einige untergeordnete Zusätze zu machen.

In Betreff der *Corti*'schen Fasern fallen nun mit dem gegebenen Nachweise, dass dieselben aus Epithelzellen des *Canalis cochlearis* sich entwickeln, manche bisher besprochene Fragen als unerheblich weg, andere vereinfachen sich. So wird nun wohl Niemand mehr ihre chemische Uebereinstimmung mit der *Membrana basilaris*, die Bindesubstanz und ein Theil der Wand des Schneckenkanales ist, vertheidigen und meine Angaben über ihre im Ganzen bedeutende Zartheit bezweifeln wollen. Der Ausdruck zart war übrigens von mir nur im Hinblicke auf die *M. basilaris* gewählt, und weiss jeder Untersucher der *Corti*'schen Fasern, dass die *Corti*'schen Zellen z. B. ungleich vergänglicher und zarter sind. Auch ich sehe mich daher veranlasst, anzunehmen, dass der Inhalt der Epithelzellen, die zu den *Corti*'schen Fasern sich gestalten, eine eigenthümliche festere Beschaffenheit annimmt, als sie bei solchen Zellen gewöhnlich gefunden wird. — Bei dem jetzigen Stande der Dinge wird ferner meine Annahme, dass die Kerne unter den Enden der beiden *Corti*'schen Fasern zu diesen gehören, wohl auch weniger Widerspruch finden als bisher, doch gebe ich gern zu, dass hier ein sicherer Entscheid sehr schwer ist. An den besten Stücken, die ich sah, nehmen sich die fraglichen Theile so aus, wie in der Fig. 390, und möchte ich das Verhalten am liebsten dem vergleichen, das Muskelfasern gewähren, bei denen oberflächlich liegende Kerne einen Theil des *Sarcolemma* abheben. Ich kann nun freilich nicht behaupten, an den innern *Corti*'schen Fasern im weitern Verlaufe eine Hülle gesehen zu haben, was dagegen die äussern Fasern betrifft, so ist eine solche hier bestimmt vorhanden, und habe ich die schon früher beschriebenen Varicositäten, von denen ich hier nachträglich bemerken kann, dass sie nur an äussern Fasern zur Anschauung gekommen waren, auch neuerdings wieder gesehen und zwar in der Art, wie ich sie schon früher abgebildet hatte (Mikr. Anat. Fig. 435, 3), dass nämlich stellenweise von der *Corti*'schen Faser oder dem Gelenktheile derselben eine Hülle abgehoben war. — Die Verbindung der *Corti*'schen Fasern mit der *Membrana basilaris* anlangend, so ist nun wohl auch sicher, dass dieselbe keine Verschmelzung ist. Allerdings bleiben die abgerissenen Faserenden häufig an der *Membrana basilaris* sitzen, und habe ich die von *Böttcher* und *Deiters* gezeichneten Bilder, die wie den Uebergang der Enden der äussern Fasern in die Leistchen oder Streifen der *Zona pectinata* darstellen, oft genug gesehen (s. Fig. 388 *a*). Oft genug waren aber auch die Fasern so gelöst, dass keine Spur derselben auf der *M. basilaris* zu entdecken war. Ich finde daher keinen Grund mit *Böttcher* anzunehmen, dass die fraglichen Streifen eine Fortsetzung der äussern *Corti*'-

schen Fasern seien, abgesehen davon, dass ich neuerdings beim Ochsen eine allerdings sehr feine Streifung auch an der *Habenula tecta* unter dem *Corti*'schen Organe gesehen habe. — Von den Beschreibungen der *Corti*'schen Fasern ist die von *Deiters* die sorgfältigste, auf welche ich hiermit für weitere Einzelnheiten verweise.

Auch meine *Lamina reticularis* hat *Deiters* am genauesten beschrieben und schliesse ich mich nach wiederholten Untersuchungen fast in Allem an ihn an. Bei meiner ersten Schilderung hatte ich namentlich darin mich versehen, dass ich die geraden Stäbe nicht auf die äussern *Corti*'schen Fasern bezogen hatte, denen sie in der That an Zahl entsprechen. Die Zartheit der Bildung dagegen (dass mein erster Holzschnitt nicht gut ausgefallen sei, hatte ich bestimmt angegeben), das oft netzförmige Ansehen des Ganzen und das Vorkommen von rechteckigen Endabtheilungen hatte ich schon früher gemeldet. Wenn meine jetzige Deutung der Platte als einer Cuticularbildung, ähnlich der *Corti*'schen Haut und der *Deiters*'schen und *Lang*'schen *Lamina fenestrata* aus dem Gehörorgane der Vögel, Amphibien und Fische, richtig ist, so wird auf das Ganze ein solches Licht geworfen, dass die so verwickelte Bildung vielleicht verständlich wird. Immerhin möchte ich das Folgende doch nur als einen vorläufigen Versuch ansehen und namentlich *Deiters*, der schon so tief in diesen schwierigen Gegenstand eingedrungen ist, auffordern, denselben noch einmal von diesem Gesichtspunkte aus zu untersuchen. Die helle Platte oder besser die sie zusammensetzenden Platten an den innern *Corti*'schen Fasern hängen mit diesen so innig zusammen, dass ich sie vorläufig am liebsten als unmittelbare Ausläufer der Fasern auffassen möchte, immerhin wären Cuticularbildungen von dieser Form auch nicht ohne Seitenstücke. Die geraden Stäbe an den äussern Fasern sind mit diesen lockerer verbunden und möchten daher eher unter den Begriff äusserer Abscheidungen fallen. Das eigentliche Netz scheint mir eine zusammenhängende zarte Platte zu sein, mit Verdickungen an den Stellen, die wie Fasern sich ausnehmen. Da dasselbe zum Theil wenigstens in einzelne Stücke zerfallen kann, so müsste man — vorausgesetzt, dass meine Deutung als *Cuticula* richtig ist — annehmen, dass jeder Abschnitt einer besondern Zelle des *Corti*'chen Organes entspricht. Für die drei Reihen von Löchern, denen auch manchmal körperliche Bildungen anhaften, die vielleicht verschliessenden zarten Häutchen ihren Ursprung verdanken, ergäbe sich in diesem Falle leicht eine Beziehung zu den drei Reihen der »*Corti*'schen Zellen«; was dagegen die Zwischenglieder betrifft, so sind nur die »*Deiters*'schen Zellen« vorhanden, auf die man dieselben beziehen könnte. Nun lässt *Deiters* zwar diese Zellen gegen die *Lamina reticularis* in Spitzen auslaufen, allein er zeichnet auch eine Verbindung dieser mit den Zwischengliedern der *Lamina reticularis* (Fig. 20), welche auch ich gesehen habe, und ist daher die Vermuthung erlaubt, dass diese Spitzen vor der Verbindung mit dem Zwischengliede in eine dünne Platte von der Grösse des letztern ausgehen. Eine vorläufig nicht zu beseitigende Schwierigkeit wäre dagegen die, dass nur zwei Reihen Zwischenglieder und drei Reihen *Deiters*'sche Zellen da sind, und lässt sich vorläufig nur vermuthen, dass vielleicht die erste Reihe dieser Zellen zu den Stäben an den äussern *Corti*'schen Fasern oder die letzte Reihe zu den Endgliedern Bezug hat. — Als Fortsetzung der *Lamina reticularis* betrachte ich die von mir gefundenen Fäden an den Endgliedern, die nach *Deiters* in ein Netzwerk auf den grösseren Zellen jenseits des *Corti*'schen Organes übergehen, das auch ich kenne. Da diese Zellen ebenso bestimmt wie die des *Corti*'schen Organes zum Epithel des Schneckenkanales gehören, wie meine embryologischen Untersuchungen lehren, so ist natürlich auch hier nicht an Bindegewebe zu denken und eine andere Deutung des fraglichen breitmaschigen Netzes als die einer unausgebildeten *Cuticula* kaum denkbar.

Dass die *Corti*'schen Zellen in einen Faden auslaufen, ist mir schon lange bekannt (Mikr. Anat. Fig. 435, 2 *e'*), dagegen war mir die Stellung dieser Zellen zwischen der *Lamina reticularis* und der *M. basilaris* und die Befestigung an der letztern verborgen geblieben. In Betreff beider Punkte habe ich mich nun hinlänglich von der Richtigkeit der Angaben von *Deiters* vergewissert, nur bemerke ich, dass, wenn auch nicht bei den *Carnivoren*, doch beim Ochsen, diese Zellenausläufer ungemein leicht spurlos von der *M. basilaris* sich lösen. In Betreff der *Deiters*'schen Zellen kann auch ich für die Anheftung des einen Ausläufers derselben an die Zwischenglieder der *Lam. reticularis* einstehen, dagegen habe ich mit Bezug auf den andern Ausläufer noch

keine sicheren Anschauungen zu gewinnen vermocht und muss vorläufig **Deiters** die Vertretung seiner hierauf bezüglichen Schilderungen überlassen.

Die *Corti*'sche Membran ist durch meine embryologischen Untersuchungen nach Bedeutung und Lage hinreichend aufgeklärt und bleibt nur noch das äussere Ende derselben genauer zu ermitteln. Nach meinen Erfahrungen verdünnt sich dieselbe gegen das *Corti*'sche Organ zu nicht nur bei Embryonen (s. Fig. 388), sondern auch bei ausgebildeten Geschöpfen, und nimmt hier ein neues eigenthümliches Ansehen an, von dem **Böttcher** (*Virch.* Arch. XVII. Fig. 4) und **Deiters** (Fig. 3. 4) nur Andeutungen gesehen haben. Dasselbe beruht darauf, dass die Haut hier in ein Netzwerk von blassen, breiteren und schmäleren Fasern sich auflöst, welche mit grosser Regelmässigkeit der Länge (der Axe des Schneckenkanales gleich) und der Quere nach verlaufen und durch ihre Verbindungen weitere vier- und rechteckige Maschen erzeugen. Die Verbindung dieses schmalen Saumes mit dem dicken mittleren Theile der *Corti*'schen Haut geschieht durch schmalere und breitere Zacken, in welche letzterer an seinem äusseren Rande sich auflöst, und liegt wohl hierin der Grund, warum derselbe häufig von der übrigen Haut sich ablöst und dann seiner grossen Durchsichtigkeit halber übersehen wird oder nach unten sich umbiegt. Nach dem, was ich an Embryonen gesehen habe, scheint dieser netzförmige Saum da zu enden, wo das dicke Epithel des *Sulcus spiralis* an die innern *Corti*'schen Fasern angrenzt, doch wäre es nicht unmöglich, das derselbe bis zur *Lamina reticularis* sich erstreckte und mit ihr verbunden wäre, in welchem Falle Eine zusammenhängende Cuticularbildung von der *Reissner*'schen Haut an bis über das *Corti*'sche Organ sich erstrecken würde.

Die Endigung der Nerven in der Schnecke ist leider immer noch unbekannt und haben auch die neuesten Bemühungen von **Deiters** das Räthsel nicht zu lösen vermocht, um so weniger als dieser Forscher zur Zeit, als er seine Abhandlung schrieb, die anatomische Bedeutung der die *Membrana basilaris* an der Stelle der Nervenausbreitung deckenden Theile noch nicht kannte und so zur Annahme von bindegewebigen Theilen an Stellen gelangte, wo solche unmöglich vorkommen können. In Betreff der Nerven ist nur so viel ausgemacht, dass dieselben durch die Löcher der *Habenula perforata* in das Epithel des *Canalis cochlearis* treten (ich) und hierbei in feinste varicöse Fädchen auslaufen (*M. Schultze*), was dagegen aus diesen weiter wird, hat wohl noch Niemand mit Bestimmtheit gesehen.

In Betreff des weiteren Verlaufes der Schneckennerven nach ihrem Durchtritte durch die Löcher der *Habenula perforata* hat *M. Schultze* die Angabe gemacht, dass auf der *Membrana basilaris* unter dem *Corti*'schen Organe eine breite Lage von längsziehenden, d. h. der Axe des Schneckenkanales gleichverlaufenden, varicösen Nervenfädchen mit zahlreichen eingestreuten kleinen bipolaren Nervenzellen sich finde, ich zeigte jedoch, dass dieses Lager an der tympanalen Seite der *M. basilaris* gelegen ist, und deutete die Zellen als Bindegewebskörperchen. Dieser meiner Behauptung gegenüber hat *M. Schultze* seine Angabe neuerdings vertheidigt und weiter sich theils auf die übereinstimmenden Untersuchungen von **Deiters**, theils darauf berufen, dass das Vorkommen von varicösen Ausläufern an den fraglichen Zellen ganz bestimmt für die nervöse Natur derselben spreche. Hierauf habe ich Folgendes zu erwidern. Für's Erste bleibe ich ganz bestimmt dabei stehen, dass varicöse Ausläufer und zwar auch mit mehreren spindelförmigen Anschwellungen an gewissen nicht nervösen Zellen vorkommen und durchaus

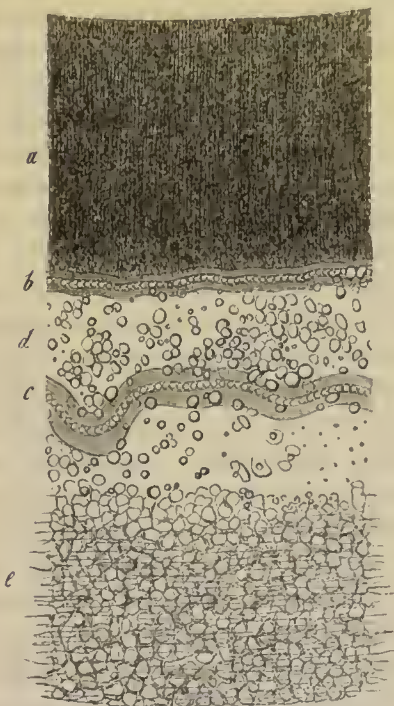


Fig. 394.

Fig. 394. Anfang der *Lamina basilaris* von unten, vom Ochsen. Syst. 7, Ocular 1 von *Nachet*. *a.* Region der dunkelrandigen Schneckennerven, *b. c.* zwei *Vasa spiralia interna* mit scheinbar verdickten Wänden, *d.* Lage von Kalkkörpern, *e.* Lage von Zellen mit varicösen Fortsätzen, ungefähr der Region des *Corti*'schen Organes entsprechend.

kein entscheidendes Merkmal sind, denn es ist gar nicht abzusehen, warum Ausläufer zarter eiweissreicher Zellen überhaupt solchen Veränderungen nicht unterworfen sein sollten, und dann habe ich Varicositäten theils an entschiedenen Bindegewebskörperchen des Periostes des Schneckenkanales, theils an embryonalen Bindesubstanzzellen beobachtet und ebenso hat *H. Müller* dieselben an den schönen sternförmigen Bindesubstanzzellen der *Cephalopoden* sehr ausgeprägt wahrgenommen. Für's Zweite, was die Beobachtungen von *Deiters* anlangt, der sich selbst als Bestätiger der *Schultze*'chen Angaben hinstellt, so betreffen dieselben etwas ganz Anderes, als das, was *Schultze* beschrieben hat. *Deiters* spricht von Längszügen varicöser Nervenfädchen, von denen er ausdrücklich sagt, dass sie keinerlei andere Elemente enthalten, *Schultze* dagegen von einem Lager solcher, das viele bipolare Zellen führe, und ist somit klar, dass Beide nicht dasselbe meinen. Da nun ein Lager, wie es *Schultze* beschreibt, in der That unter der *M. basilaris* sich befindet, und es bei der Zartheit dieser Haut sehr leicht ist, sich über die Lage der mit ihr verbundenen Theile zu versehen, so glaube ich, *Sch.* nicht Unrecht zu thun, wenn ich immer noch seine Angaben auf dasselbe beziehe, um so mehr, als die *Deiters*'schen Züge nach meinen Erfahrungen nie an der *M. basilaris* sitzen bleiben, wie die von *Sch* gesehenen Bildungen, und derselben gar nicht aufliegen, sondern dem *Corti*'schen Organe fest anhaften. Ebenso muss ich für einmal dabei bleiben, dass dieses Lager nicht nervös ist, obschon ich zugebe, dass die Varicositäten an den Zellenausläufern oft sehr zierlich sind, denn wir kennen bis jetzt keine Thatsache, welche darauf hindeutete, dass Zweige der Schneckennerven in das Periost der *Scala tympani* eintreten. Auf der andern Seite habe ich gezeigt, dass die *Scala tympani* ursprünglich ganz von einem Netze von Bindegewebskörperchen erfüllt ist und als Rest dieser glaube ich das von *Sch.* entdeckte Lager ansehen zu müssen. Uebrigens hat *Sch.* offenbar auch Theile der von *Deiters* geschilderten Nervenzüge gesehen, und ist er auf jeden Fall der Erste, der die Fortsetzung der durch die Löcher der *Habenula perforata* getretenen Schneckennerven in den Schneckenkanal hinein beobachtet hat.

Die ausführlichen Angaben von *Deiters* über den Verlauf dieser Nerven kann ich nach wiederholten Untersuchungen nach mehrfachen Seiten bestätigen und theile ich nun noch das hierauf Bezügliche mit. Ich unterscheide wie *Deiters* Querzüge und Längszüge, verwende jedoch diese Bezeichnungen gerade umgekehrt wie *Deiters*, indem für mich die Axe des Schneckenkanales die Längsaxe ist. Die *Fibrae transversales* (*Fibrae longitudinales, Deiters*) sind die unmittelbaren Fortsetzungen der zu den Löchern der *Habenula perforata* heraustretenden Endzweige der Schneckennerven und zerfallen in zwei Abtheilungen. Ein Theil derselben tritt sofort zwischen den Anfängen der innern *Corti*'schen Fasern auf die *M. basilaris* (*Habenula tecta mihi*) und verläuft auf dieser bis zu den Enden der äussern *Corti*'schen Fasern, um hier wahrscheinlich mit dem äussersten Zuge der *Fibrae longitudinales* sich zu verbinden. Ein andrer Theil der *Fibrae transversales* steigt auf den innern *Corti*'schen Fasern in die Höhe, gedeckt vom Epithel des *Sulcus spiralis* und endet vielleicht zum Theil hier in Verbindung mit den noch zu beschreibenden von *Deiters* entdeckten Haarzellen. Eine andere Abtheilung dieser Fasern geht aber zwischen den innern *Corti*'schen Fasern an die tiefe Seite derselben und scheint ihnen anliegend in die längsverlaufenden Züge sich fortzusetzen. Diese Züge kann ich für den Menschen, den Ochsen und die Katze bestätigen, doch ist es mir noch nicht gelungen, in meinen Beobachtungen bei diesen Geschöpfen einen Einklang zu erzielen. Bei den ersten beiden fand ich *Fibrae longitudinales* (*Fibrae transversales, Deiters*): 1) unterhalb der Mitte der innern Fasern, 2) unterhalb der Verbindung der beiderlei Fasern und 3) unterhalb des letzten Drittheiles der äussern Fasern. Bei der Katze sah ich solche Fasern bisher mit Sicherheit nur: 1) zwischen der Mitte der äussern *Corti*'schen Fasern und der ersten Reihe *Corti*'scher Zellen, 2) zwischen der ersten und zweiten Reihe *Corti*'scher Zellen in einer Linie mit den Enden der äussern *Corti*'schen Fasern und 3) zwischen der zweiten und dritten Reihe *Corti*'scher Zellen oder besser deren Ausläufern jenseits der Ansätze der äussern *Corti*'schen Fasern. Die Gruppen 1) und 2) der Bündel bei der Katze erwähnt *Deiters* nicht, die andern alle hat er gesehen. — Dass die *Fibrae longitudinales* aus den *Fibrae*

transversales hervorgehen, habe auch ich wie **Deiters** in einzelnen Fällen gesehen, ebenso kann ich wie er angeben, dass dieselben den *Corti*'schen Fasern dicht anliegen, soweit sie mit denselben zusammenhängen, dagegen bin ich nicht im Stande, über die letzte Endigung aller erwähnten Fasern bestimmte Aufschlüsse zu geben, immerhin mache ich in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam.

1) Es ist mir oft vorgekommen, als ob die Längszüge der varicösen Fädchen aus einem feinsten Netzwerke, ähnlich dem im elektrischen Organe von *Torpedo*, bestünden, doch habe ich niemals die volle Ueberzeugung mir zu verschaffen vermocht, dass wirklich ein solches Netz da ist, und sieht man anderseits an frischen in *Humor vitreus* untersuchten Theilen die Züge oft deutlich auf grössern Strecken längsfaserig.

2) Es finden sich in der Schnecke an bestimmten Stellen eigenthümliche Zellen mit starren Härchen, die an die Härchen des *Vestibulum* erinnern und möglicher Weise mit den Enden des Schneckennerven zusammenhängen. Solche »Haarzellen« (nicht zu verwechseln mit den *Deiters*'schen Haarzellen des *Corti*'schen Organes, die ich »*Deiters*' sche Zellen« nannte) finden sich *a*) über den Gelenkenden der innern *Corti*'schen Fasern und *b*) im *Corti*'schen Organe selbst, wo die drei Reihen *Corti*'scher Zellen es sind, die Haare tragen. Die erstern oder die innern Haarzellen hat *Deiters* entdeckt und geht deren Stellung am besten aus der Fig. 395 hervor. Dieselben liegen den Enden der innern *Corti*'schen Fasern auf, so jedoch, dass die Gelenktheile derselben frei bleiben, und bilden zugleich die äussersten Zellen des Epithels, das den *Sulcus spiralis* erfüllt und, wie ich entgegen *Deiters* finde, auch die innern *Corti*'schen Fasern bedeckt. Die vordern Enden dieser länglichen grössern und sehr zarten Zellen, von denen immer Eine zwei innern *Corti*'schen Fasern entspricht, grenzen sich bogenförmig gegen die *Corti*'schen Fasern ab, welche Linie *Deiters*, wie mir scheint, nicht richtig als die innere Grenze der Platte der *Lamina reticularis* ansieht, die hintern (innern) Enden dagegen sind verschmälert (nach *Deiters* zugespitzt) und verlieren sich in der Tiefe im Epithel. Die Haare dieser Zellen, steife, mässig starke Gebilde von 0,003‴ Länge (in *Humor vitreus* untersucht), stehen in einer leicht bogenförmigen Linie auf der vordern Endfläche der Zellen und erscheinen von oben wie ein dunkler Streifen, den *Deiters*, wie mir scheint, als »Schlusslinie« seiner untern Bogen der *Pars membranosa laminae reticularis* beschreibt (l. c. S. 45 und 93). — Eine Bewegung der Haare habe ich wie *Deiters* auch an ganz frischen in *Humor vitreus* untersuchten Stücken stets vermisst.

Die äussern Haarzellen sind nichts Anderes als die *Corti*'schen drei Zellenreihen. Die ersten Angaben, dass in dieser Gegend des *Corti*'schen Organes wimperartige Bildungen vorkommen, hat wieder *Deiters*. Nach diesem Forscher (l. c. S. 51 und 58) finden sich an der *Lamina reticularis* an bestimmten Stellen feine Cilien, von denen es schwer zu entscheiden ist, ob sie der *Lamina* selbst oder den *Corti*'schen Zellen angehören, indem sie bald an der einen und bald an den andern ansitzend getroffen werden. Diese Cilien sitzen an dem untern Balken der Kreise der *Lamina reticularis* an, an welchem auch die *Corti*'schen Zellen anhaften, von denen *Deiters* annimmt (S. 57), dass sie an dieser Stelle abgeplattet seien. — Ich kann die Zweifel beseitigen, die *Deiters* geblieben sind, und darf mit Bestimmtheit behaupten, dass die fraglichen Haare (Fig. 395) an den *Corti*'schen Zellen sitzen, doch muss ich, indem ich diess thue, einige Angaben dieses Forschers berichtigen. Die *Corti*'schen Zellen sitzen nicht einem Balken der Ringe platt an, sondern füllen mit ihrem Ende die Ringe ganz aus und sind auch sonst nicht platt. Diess sieht man an ganz frischen Stücken leicht, an denen sie immer als feinkörnige, dunklere, die Ringe ganz einnehmende Massen erscheinen und auch in der Tiefe kreisrunde Querschnitte zeigen. Die Haare nun sitzen so ziemlich in der Mitte dieser Endfläche in einer bogenförmigen Linie und erscheinen von oben gesehen als ein dunkler Bogen, welcher von *Deiters* als ein Theil der *Lamina reticularis* beschrieben wurde (l. c. S. 49. Fig. 11, 16 *a* und *d*). Dieser Bogen erscheint allerdings häufig so, wie *Deiters* ihn zeichnet, als ein hufeisenförmiger auffallend dunkler Balken, den ich jedoch mit seinen Enden immer frei und nie an den hintern (innern) Balken der Kreise geheftet sah, hat man jedoch ganz frische Theile in *Humor vitreus* vor sich, so sieht man denselben, wie die Fig. 395 darstellt, von feinen Punkten gebildet, deren ich bei starker Vergrösserung

ungefähr 20 zählte, und bekommt auch häufig Seitenansichten, die zeigen, dass die Punkte Haare sind. Ausserdem habe ich diese Haare nun auch noch an freien *Corti'*schen Zellen gesehen, die nichts von der *Lamina reticularis* an sich trugen (Fig. 395), und glaube ich somit meine Behauptung, dass die *Corti*'schen Zellen selbst wirklich haartragend sind, hinreichend begründet zu haben. Die von *Deiters* richtig beobachtete Thatsache, dass die Haare oft wie an der *Lam. reticularis* sitzen, erkläre ich durch die Annahme, dass die *Corti*'schen Zellen oft so abreissen, dass ihre Endflächen in den Ringen sitzen bleiben, was zugleich zeigt, dass sowohl *Böttcher* Recht hat, der die Ringe ausgefüllt nennt, als *Deiters*, der dieselben wie ich als Lücken auffasst. — Die Haare der *Corti*'schen Zellen haben dieselben Eigenschaften, wie die der innern Haarzellen, messen frisch in *Humor aqueus* 0,003''', sind unbeweglich und in Reagentien fast ebenso vergänglich.

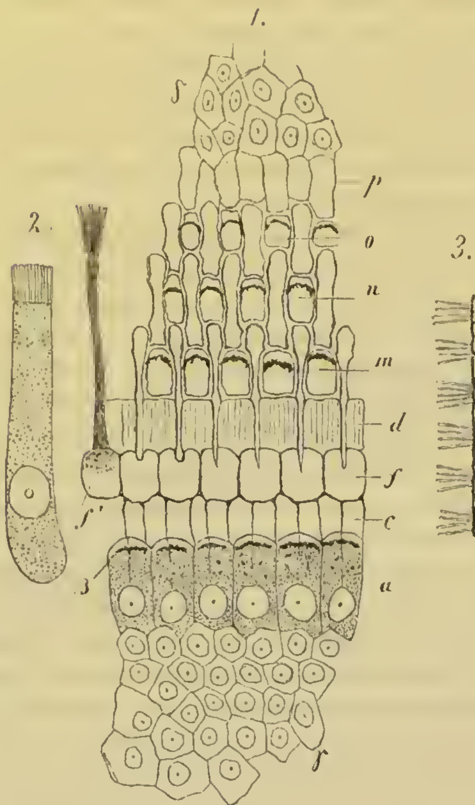


Fig. 395.

Die weitere Untersuchung über die Nervenenden in der Schnecke wird nun vorzüglich auch diese zwei Gruppen auffallender Haarzellen zu berücksichtigen haben, um so mehr, da solche Haarzellen auch bei Vögeln und Amphibien vorkommen (*Deiters*), und, wie mir scheint, auch hier ihre Haare durch Lücken einer *Cuticula* hervorstehen. Trotz der schönen Untersuchungen von *Deiters*, werden vielleicht doch erneuerte Untersuchungen über das fadenförmige Ende der *Corti*'schen Zellen etwas ergeben, was für die schon von mir und *M. Schultze* angedeutete Vermuthung spricht, dass diese Zellen zu den Nervenenden Bezug haben. Allerdings ist nicht zu bezweifeln, dass Fortsätze der Zellen unter der *Lamina reticularis* (*Corti*'sche und *Deiters*'sche Zellen) in der von *Deiters* geschilderten Weise an die *M. basilaris* sich anheften, und habe ich mich hiervon zur Genüge überzeugt, dagegen ist es mir bisher noch nicht gelungen, mich davon zu vergewissern, dass die Fortsätze der beiderlei Zellen sich hierbei mit einander vereinigen, und scheint mir hier noch ein Feld für weitere Forschungen offen zu sein.

Die sonstigen Angaben *Deiters*' über bindegewebige Apparate unter dem *Corti*'schen Organe und andere mit den Nervenenden in Verbindung stehende Theile dieser Gegend übergehe ich hier, indem ich auf seine Schrift verweise, und bemerke nur, dass

Fig. 395. Vom *Corti*'schen Organe der Katze frisch in *Humor vitreus* 540mal vergr. 1. *Corti*'sches Organ von oben. Die Buchstaben *c, f, d, m, n, o, p* bedeuten dasselbe wie in Fig. 395, nur sind bei *m, n, o* die Haare der *Corti*'schen Zellen als dunkle Bogenlinien gezeichnet und die helle Platte der *Lamina reticularis d*, die nicht ganz dargestellt ist, feinstreifig, wie diess auch gesehen wird. *f'*. Gelenktheil einer äussern *Corti*'schen Faser mit feinen Punkten an der Abgangsstelle der Faser, die ich als Beweis ansehe, dass die Faser in der That aus Fibrillen besteht. *α* Innere Haarzellen mit *β* ihren Haaren, den vordersten Theil des dicken Epithels im *Sulcus spiralis γ* bildend, welches die innern *Corti*'schen Fasern bis zu den Gelenktheilen bedeckt. *δ* Vorderster Theil des Netzwerkes der *Lamina reticularis*, jenseits der Schlussringe *p* entschieden den Grenzlinien der *Corti*'schen Epithelzellen jenseits des *Corti*'schen Organes entsprechend. 2. Eine *Corti*'sche Zelle mit ihren Haaren ohne sichtbaren fadenförmigen Anhang. 3. Seitenansicht der *Lamina reticularis* mit den Haarbüscheln der *Corti*'schen Zellen.

es mir bei meinen neuesten Untersuchungen nicht gelungen ist, auf der *M. basilaris* etwa Anderes als Epithel, Cuticularbildungen und varicöse Nervenfädchen zu finden mit Ausnahme eines Falles, der mir noch ganz dunkel ist. In der letzten halben Schneckenwindung der Katze liegt bestimmt auf der *M. basilaris* und unter dem Epithel jenseits des *Corti*'schen Organes ein lockeres System von queren, d. h. in der Richtung der dunkelrandigen Schneckennerven verlaufenden, varicösen Fäserchen mit eingestreuten Zellen, das viel schöner und deutlicher ist, als die ähnlichen längsziehenden Elemente unter der *M. basilaris*. Ursprung, Ende und Bedeutung dieser Züge ist mir bis jetzt ganz unbekannt geblieben, doch verdienen dieselben gewiss weitere Beachtung.

Zum Schlusse erwähne ich nun noch Einiges auf die drei Räume der Schnecke Bezug habende. Vom *Canalis cochlearis* sind Anfang und Ende immer noch unbekannt. Von letzterem kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass er, wie beim Embryo (s. meine Entwicklungsgeschichte Figg. 152 und 154), geschlossen ist und in der Gegend des *Hamulus* sich findet, doch sind auf jeden Fall noch Lage und Form dieses Endes genau zu bestimmen. Ueber den Anfang dieses Kanales ist es weniger leicht etwas zu sagen, doch hat immerhin meine Vermuthung, dass derselbe auch hier geschlossen sei, das für sich, dass der Schneckenkanal ursprünglich mit dem Vorhofssäckchen eins ist und später von demselben sich abschnürt. Dass der Schneckenkanal überall von einem Epithel ausgekleidet ist, wurde schon oben angegeben, und will ich nur noch beifügen, dass beim Ochsen das Epithel der *Habenula sulcata* (unter dem Anfange der *Corti*'schen Haut) und namentlich das der *Reissner*'schen Haut mehr weniger bräunlich gefärbt ist. — Was die *Scalae* anlangt, so glaubte ich früher, bevor ich den *Canalis cochlearis* kannte, ein Epithel als Auskleidung derselben annehmen zu dürfen, es ist mir aber jetzt wenigstens für den Ochsen ganz zweifelhaft geworden, ob irgendwo ein solches sich findet, und kann ich bestimmt angeben, dass ich an der tympanalen Seite der ganzen *Lamina spiralis* und an der vestibulären Seite der *Zona ossea* ein solches vergeblich gesucht habe. Ebenso vermisste ich dasselbe bei neuen Untersuchungen an der vestibulären Seite der *Reissner*'schen Haut und am Perioste der *Scala vestibuli* und *tympani* in der Nähe der Anheftungsstellen der *M. basilaris* und *Reissneri*. Erinnert man sich an die Entwicklung der *Scalae* durch Schwund einer ursprünglich ihre Stelle vertretenden gallertigen Bindesubstanz, so kann der Mangel eines Epithels, wenn er sich bestätigt, nicht befremden, und wäre eher das Gegentheil bemerkenswerth, in welcher Beziehung ich jedoch zu erinnern habe, dass ich beim Menschen ein sehr plattes und zartes Epithel sowohl auf der *Reissner*'schen Haut und sonst in den *Scalae*, mit Ausnahme der tympanalen Seite der *M. basilaris*, wahrgenommen habe. Nach diesem wird es wohl nöthig, sowohl in der Schnecke als im Vorhofe von Neuem nachzusehen, ob das *Periost* ein Epithel besitzt, um so mehr, da bei letzterem von den eingeschlossenen Theilen (*Can. semicirculares* etc.) ohnehin feststeht, dass sie einer solchen Bekleidung ermangeln.

Auf die wichtige vergleichende feinere Anatomie der Schnecke kann hier nicht ausführlich eingegangen werden und erlaube ich mir, gestützt auf die schönen Untersuchungen von *Deiters* und die durch die Entwicklungsgeschichte gewonnenen neuen Anschauungen über die Säugethierschnecke nur folgende Bemerkungen: 1) Die Schnecke der Vögel und Amphibien besitzt keine *Scala vestibuli*, und ist der Raum zwischen der *M. basilaris* und dem gefässreichen Dache mit Inbegriff der *Lagena* gleich dem *Canalis cochlearis* der Säuger. 2) Eigenthümlich umgewandelte Epithelzellen in der Gegend der Nervenausbreitung, die den *Corti*'schen Fasern entsprechen, scheinen den niedern Wirbelthieren zu fehlen, wenn nicht vielleicht die Zellen, die *Deiters* bei den Vögeln hierher zieht, in diesem Sinne zu deuten sind. 3) Die von *Deiters* entdeckte *M. fenestrata* ist eine *Cuticula* und entspricht der *Corti*'schen Membran sammt der *Lamina reticularis*. 4) Die Auskleidung des Schneckenkanales ist auch bei den genannten Thieren einfach ein Epithel mit zum Theil eigenthümlichen haartragenden Zellen, und deutet Alles darauf hin, dass die Nerven mit einem Theile dieser Zellen oder zwischen denselben enden. —

Beim Ochsen liegen besonders in der Gegend des *Vas spirale internum* zahlreiche Kalkconcretionen an der *M. basilaris*, viele deutlich in Zellen (Fig. 394). Das *Vas spirale* selbst hat hier immer wie eine verdickte nach aussen wellenförmig begrenzte helle Umhüllung,

welche, wie *Deiters* richtig angibt, ein unmittelbarer Auswuchs der *M. basilaris* ist. Ausserdem kommen an der tympanalen Seite dieser Haut in dieser Gegend noch viele kleine warzen- und drusenförmige Auswüchse vor, die an ähnliche Bildungen auf den Glashäuten des Auges erinnern. — In der *Zona pectinata* sah ich bei Embryonen im äussern Theile viele regelmässig gestellte Zellenkerne, wahrscheinlich Reste von Zellen, die in dieser Haut ursprünglich vorhanden sein mögen.

Zur Untersuchung des Gehörorgans, welche nur beim Labyrinthe, hier jedoch sehr bedeutende Schwierigkeiten darbietet, sind unumgänglich vollkommen frische Stücke, am besten eben getödteter Thiere, nöthig, und ist bei denselben zur Befeuchtung nur *Serum*, *Humor vitreus*, oder verdünnte Zuckerlösung zu verwenden, wenn man die Theile ganz regelrecht sehen will. Ausserdem sind auch Chromsäure oder verdünnte Salzsäure für Manches sehr tauglich. Weiter kommt es dann vorzüglich auf eine gewisse Uebung im Blosslegen und Ablösen der zarten Theile, um die es sich hier handelt, an, und auf viel Geduld, weil es häufig dem Zufall überlassen bleibt, ob dieses oder jenes Verhältniss zur Anschauung kommt oder nicht. Um die Nervenplexus der *Zona ossea* der Schnecke zu sehen, muss man dieselbe durch verdünnte Salzsäure ihrer Kalksalze berauben, wogegen bei den Ganglienzellen dieser Gegend nur ein sorgfältiges Zerrupfen der knöchernen Zone in einer unschädlichen Flüssigkeit zum Ziele führt. Wichtig sind senkrechte Schnitte, die man entweder an abgelösten und mit verdünnter Salzsäure ausgezogenen Spirallamellen von Chromsäurestücken oder an ganzen in dieser Weise behandelten Schnecken ausführt. Letztere werden nur dann gut, wenn sie lange Zeit in Chromsäure gelegen haben und dann möglichst allmählich mit Salzsäure erweicht werden, und gelingen am besten bei Embryonen, bei denen das Epithel fester haftet und in früheren Zeiten die Salzsäure entbehrlich ist. Solche Schnitte sind zur genauen Erforschung des *Canalis cochlearis* unumgänglich nöthig, doch sieht man denselben ganz gut an frischen Schnecken mit der Lupe unter Flüssigkeit. Meine Untersuchungen sind vor Allem an der Schnecke des Ochsen angestellt, wegen der Leichtigkeit, mit der die Pyramiden dieses Thieres aus dem Schlachthause zu erhalten sind, doch taugen dieselben nicht für alle Theile, und ziehe ich für die zarten Zellenbildungen auf der *M. basilaris* die Schnecken von Hunden und Katzen vor.

Literatur. *E. Huschke*, in *Fror.* Not. 1832. Nr. 707. *Isis* 1833. Nr. 18. 34; *K. Steifensand*, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorgans, in *Müll.* Arch. 1835; *S. Pappenheim*, Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840, und *Fror.* Not. 1839. Nr. 131. 194 und 195; *G. Breschet*, *Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés.* 2. *Edit.* Paris 1840; *E. Krieger*, *De otolithis.* Berol. 1840; *Wharton Jones*, *The Organ of hearing*, in *Todd's Cyclopaedia.* Vol. II. 529; *J. Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845; *A. Corti*, *Recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 109; *Reissner*, *De auris internae formatione.* Dorp. 1851; *E. Harless*, Art. Hören, in *Wagn.* Handw. der Physiologie IV. S. 311, und Münchn. Gel. Anzeiger 1851. Nr. 31 und 37; *Stannius*, Ueber die gangliöse Natur des *Nervus acusticus*, in Gött. Nachrichten 1850. Nr. 16. Ibid. 1851. Nr. 17; *Kölliker*, Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* und die Function der Schnecke, Gratulat. an *Fr. Tiedemann.* Würzb. 1854; *Reissner*, Zur Kenntniss der Schnecke, in *Müll.* Arch. 1854. S. 420; *Claudius*, Bemerk. über den Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 154; *Böttcher*, *Obs. micr. de rat.*, *qua nervus cochleae terminatur.* Dorp. 1856, und *Virch.* Arch. XVII. S. 243 und XIX. S. 224 und 450; *H. Reich*, Ueber den feinern Bau des Gehörorgans bei Petromyzon, in *A. Ecker's* Unters. zur Ichthyolog. Freib. 1857. S. 24; *M. Schultze*, Ueber die Endigungsw. d. Hörnerven im Labyrinth, in *Müll.* Arch. 1858. S. 343; *v. Tröltsch*, Beitr. zur Anatomie des Trommelfelles, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1857. IX. S. 91; Die Untersuchung des Gehörorgans an der Leiche, in Arch. f. path. Anat. XIII. S. 513; Die Anatomie des Ohres. Würzb. 1861; *Gerlach*, Mikr. Untersuchungen des Trommelfelles in s. Mikr. Studien 1858. S. 53; *A. Magnus*, Beitr. zur Anat. d. mittl. Ohres, *Virch.* Arch. XX. S. 19; *O. Deiters*, Unters. über die *Lam. spir. membran.* Bonn 1860, und *Virch.* Arch. XIX. S. 445; Unters. über die Schnecke der Vögel, in *Müll.* Arch.

1860. S. 405; Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Ibidem 1862. S. 262; *A. Kölliker*, Der embryonale Schneckenkanal und seine Bezieh. zu den fertigen Theilen der *Cochlea*, in Würzb. naturw. Zeitschr. II. S. 1; *Fr. E. Schulze*, Zur Kenntniss der Endigungsw. der Hörnerven bei Fischen und Amphibien, in *Müll.* Arch. 1862. S. 381; *R. Hartmann*, Die Endigungsweise der Gehörnerven im Labyrinthe der Knochenfische, in *Müll.* Arch. 1862. S. 508; *G. Lang*, Das Gehörorgan der *Cyprinoiden* mit besonderer Berücksichtigung des Endapparates, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIII. 1863. — Ausserdem sind zu vergleichen die allgemeinen Werke von *Krause, Huschke, Arnold, Todd-Bowman, Remak* (Entwickelungsgeschichte), mir, die *Icones org. sensuum* von *Arnold* und die *Icon. phys.* von *A. Ecker*.

III. Vom Geruchsorgane.

§. 234.

Das Geruchsorgan besteht aus den zwei von Knochen und Knorpeln gestützten und von einer Schleimhaut ausgekleideten Nasenhöhlen und einer gewissen Zahl von Nebenhöhlen, nämlich den *Sinus frontales, sphenoidales, ethmoidales* und dem *Antrum Highmori*. Von allen diesen Räumen dienen jedoch dem Geruche selbst nur die obersten Theile der Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, während die andern entweder einfach Zuleitungskanäle sind und zugleich bei der Respiration sich betheiligen, oder wenigstens einer unmittelbaren Beziehung zur Sinnesthätigkeit ermangeln.

Die genannten Hartgebilde zeigen nicht viel Bemerkenswerthes und ist von den Knochen nur das zu erwähnen, dass sie am Siebbeine an den dünnsten Stellen nur aus einer Grundsubstanz und Knochenzellen ohne *Havers'*sche Kanäle bestehen. Die Knorpel der Nase sind wahre Knorpel und gleichen am meisten denen des Kehlkopfs, nur dass der Inhalt der Knorpelzellen meist sehr blass und fettarm, die Zellenwände wenig verdickt und die Grundsubstanz fein körnig ist. Unter dem *Perichondrium* liegt auch hier eine Lage abgeplatteter Zellen, die an der Scheidewand bis 0,024''' Dicke erreicht, während im Innern die Zellen mehr rundlich, grösser und reihenweise in der Richtung der Dicke des Knorpels angeordnet sind.

Von der Bekleidung dieser Theile mag zuerst die Haut der äussern Nase angeführt werden, welche durch die dünne *Epidermis* von 0,024 — 0,032''', eine straffe *Cutis* von $^1/_4$''' mit kleinen unentwickelten Papillen von $^1/_{40}$—$^1/_{66}$''' und feinen Härchen, so wie durch ein derbes, 1''' dickes, mit den Knorpeln innig vereinigtes Fettgewebe mit bis in dasselbe reichenden grossen Talgdrüsen und kleinen Schweissdrüsen von $^1/_{10}$ — $^1/_{12}$''' sich auszeichnet. Diese äussere Haut mit ihren Talgdrüsen und mit stärkern Haaren *(Vibrissae)* zieht sich auch noch etwas in die Nasenhöhle hinein, nicht ganz bis da, wo die knorpelige äussere Nase aufhört, und geht dann unmerklich in die Schleimhaut des Geruchsorgans über, welche alle übrigen Räume auskleidet, jedoch nicht überall dieselbe Beschaffenheit zeigt. Nach *Todd-Bowman's* Entdeckung nämlich, welche ich vollkommen bestätigen kann, zerfällt diese bei den Säugethieren in einen flimmernden und nicht flimmernden Theil, von welchen der letztere auf die obersten Theile der eigentlichen Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, beschränkt ist, und daher die Geruchsschleimhaut im engern Sinne genannt werden soll, während die andere den alten Namen der *Schneider*'schen Haut beibehalten mag.

Fassen wir diese letztere zuerst ins Auge, so finden wir auch bei ihr, obschon ihr Epithel überall flimmert, doch nicht allerwärts denselben Bau, und kann man an ihr füglich die dickere drüsenreiche Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle von der dünneren der Nebenhöhlen und des Innern der Muscheln unterscheiden. Das Epithel ist an beiden Orten ein geschichtetes Flimmerepithel, ähnlich dem des Kehlkopfs (Fig. 276), hier von 0,018—0,020''' Dicke, dort stellenweise bis 0,042''' messend, beim Menschen mit blassen feinkörnigen Zellen, von denen die flimmernden äussersten bis 0,03''' betragen und bei Thieren eine Strömung von vorn nach hinten erzeugen. Dann folgt eine der elastischen Elemente ganz ermangelnde oder wenigstens an solchen sehr arme, vorzüglich aus zellenführendem gewöhnlichem Bindegewebe zusammengesetzte eigentliche *Mucosa*, in welche in der eigentlichen Nasenhöhle sehr viele grössere und kleinere gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen mit Drüsenbläschen von 0,02—0,04''' und Cylinderepithel eingesenkt sind, so dass dieselbe stellenweise, namentlich an den Grenzen des Scheidewandknorpels und an den untern Muscheln, 1—2''' Dicke besitzt. Uebrigens rührt die Dicke der Schleimhaut dieser Gegenden nicht einzig von den Drüsen, sondern auch, wie namentlich am Rande und dem hintern Ende der untern Muschel, von reichlichen fast cavernösen Venennetzen im Innern derselben her (ich, *Kohlrausch*), so dass hier eine Art Schwellgewebe entsteht. In den Nebenhöhlen fehlen die Drüsen fast ganz, und habe ich dieselben bisher nur hie und da im *Antrum Highmori*, *Luschka* auch sehr spärlich in den *Sinus sphenoidales* und *ethmoidales* gefunden, wo dieselben in ihren Ausführungsgängen und Drüsenbläschen manchmal bis zu $1/2'''$ grossen schleimhaltigen Cysten ausgedehnt waren. Abgesehen von diesen Stellen ist die *Mucosa* der Nebenhöhlen äusserst zart und von dem Perioste derselben nicht als besondere Schicht zu trennen, was in der Nasenhöhle selbst namentlich an den drüsenreichen Stellen trotz des innigen Zusammenhanges beider doch angeht. In pathologischen Fällen kann die Schleimhaut der Nebenhöhlen und zum Theil auch die der Muscheln Kalkablagerungen von verschiedener Ausdehnung darbieten, in Folge deren sie eine weisse Farbe annimmt (ich, *Virchow*, Entw. d. Schädelgr. S. 41).

Die eigentliche Riechschleimhaut nimmt von allen Abschnitten des Geruchsorganes nur die obersten Theile der Scheidewand und der Seitenwände der eigentlichen Nasenhöhlen, wo die oberen Muscheln sitzen, ein, von der *Lamina cribrosa* an etwa $3/4$—1'' abwärts. Dieselbe ist von der zunächst auf sie folgenden flimmernden *Mucosa* schon für das unbewaffnete Auge durch ihre grössere Dicke und Färbung unterschieden, welche letztere bald gelblich ist, wie beim Menschen, dem Schafe, Kalbe, bald gelbbraun oder braun, wie beim Kaninchen und Hunde, und begrenzt sich bei der mikroskopischen Untersuchung durch einen ziemlich bestimmten zackigen oder wellenförmigen Rand. Die Verschiedenheiten des Baues beruhen in der Beschaffenheit des Epithels, dem Vorkommen der von mir sogenannten *Bowman*'schen Drüsen, und dem Verhalten der Nerven. Das Epithel flimmert nicht und ist viel dicker, so dass es beim Schafe, wo das flimmernde Epithel 0,03''' beträgt, 0,05''' misst, und beim Kaninchen beide auf 0,04 und 0,07''' sich stellen. Trotz dieser für ein *Epithelium* bedeutenden Dicke ist dasselbe ungemein zart und weich, und erhält sich nur in ganz bestimmten

Lösungen (siehe unten) so, dass es in seinen einzelnen Theilen bestimmt zur Anschauung kommt. Nach den neuern Erfahrungen von *Eckhardt* und vor Allem von *M. Schultze*, welche letztern ich mit *Ecker* ganz bestätigen kann, ist dasselbe ein einschichtiges Epithel von sehr langen Zellen, zwischen denen noch andere zellenartige Bildungen, die wahrscheinlichen Enden des *Olfactorius* oder die sogenannten Riechzellen *(M. Schultze)* eingeschoben sind. Die Epithelzellen sind im Allgemeinen so beschaffen, wie die langgestreckten Zellen von Flimmerepithelien, mit dem Unterschiede jedoch, dass ihre fadenförmigen, unregelmässig begrenzten Ausläufer bis zur Schleimhautoberfläche herabreichen, und am untern Ende meist gabelförmig gespalten oder selbst mit mehrfachen Ausläufern versehen sind, ja selbst mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Die Kerne dieser Zellen sind länglichrund, mit weniger leicht sichtbarem *Nucleolus* und meist körnigem Inhalte, und die Zellen führen neben ihrem gewöhnlichen körnigen *Contentum* eine gewisse Zahl von je nach den Geschöpfen gelb oder braun gefärbten Farbkörnchen, von denen die oben berührte Farbe der *Regio olfactoria* einem guten Theile nach abhängt. Viel schwerer zu erforschen sind die Riechzellen. Dieselben stellen, wie *M. Schultze* sie mit Recht beschreibt, langgestreckte spindelförmige Gebilde dar, die von dem mittleren Zellenkörper aus, der einen rundlichen hellen Kern mit deutlichem *Nucleolus* und keinen Farbstoff enthält, nach beiden Seiten in feine fadenförmige Fortsätze auslaufen. Der äussere Fortsatz ist etwas dicker, zieht zwischen den breiten Theilen der Epithelzellen nach aussen bis zur Endfläche derselben und zeigt hier an Chromsäurestücken noch einen kurzen, die Epithelzellen überragenden Fortsatz, wie ein feines Stiftchen, der jedoch nach *M. Schultze's* Erfahrungen durch die Chromsäurewirkung herausgequollener Inhalt ist und an ganz frischen Zellen fehlt. Der innere Fortsatz ist bedeutend zarter, ein nur mit guten Linsen deutlich sichtbares Fädchen, an dem nach Chromsäureeinwirkung von Stelle zu Stelle kleinere dunklere Varicositäten sich finden, die manchmal auch an den äusseren Ausläufern zur Beobachtung kommen. Auch die innern Ausläufer der Riechzellen, welche letztern, wie es scheint, in einfachen Zügen um die Epithelzellen herumstehen und mit ihren Zellenkörpern mehr die mittleren und tieferen Theile der Epithelialschicht einnehmen, reichen bis an die Schleimhaut und wird von ihren Beziehungen zum *Olfactorius* noch weiter die Rede sein. Zur Feuchthaltung und zum Schutze dieses Epithels sind bei Säugethieren in der ganzen Gegend, wo dasselbe sitzt, in grosser Zahl

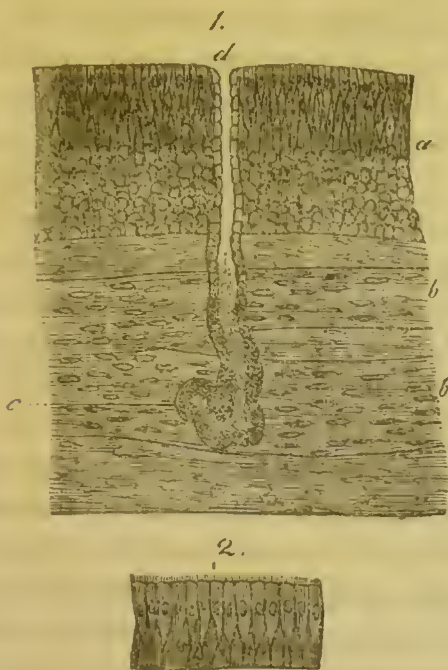


Fig. 396.

Fig. 396. Aus der Nasenschleimhaut des Schafes, 150mal vergr. 1. Aus der *Regio folactoria*, Durchschnitt der Schleimhaut. *a.* Epithel ohne Flimmern, *b.* Zwei Aeste des Geruchsnerven, *c. Bowman'* sche Drüse, *d.* Oeffnung derselben. 2. Flimmerepithel der *Schneider*'schen Haut.

die *Bowman*'schen Drüsen vorhanden, was um so mehr auffällt, als die zunächst anstossende flimmernde Schleimhaut an Drüsen arm ist oder derselben ganz entbehrt. Dieselben sind einfache, entweder gerade oder an ihrem untern Ende leicht gewundene, 0,08—0,1‴ lange Röhren oder gestreckt birnförmige Säckchen, auch, wie bei der Katze *(M. Schultze)*, mit zahlreichen seitlichen Ausbuchtungen versehene, den *Meibom*'schen Drüsen ähnliche Schläuche, welche vorzüglich zwischen den stärkeren Aesten der Geruchsnerven in gedrängten Reihen, zum Theil auch, wie an den untern Grenzen der Geruchsgegend, mehr vereinzelt liegen und am meisten an gewisse Formen der *Lieberkühn*'schen Drüsen und embryonaler Schweissdrüsen erinnern. Theilungen an den Schläuchen habe ich nicht wahrgenommen, doch wäre es leicht möglich, dass ich dieselben übersehen, da auch diese Organe sehr zart und veränderlich sind. Die röhrenförmigen Drüsen besitzen bei einem Durchmesser von 0,014—0,025‴ ein schönes einfaches Epithel von rundlich vieleckigen, 0,006—0,008‴ grossen Zellen, in denen mehr oder weniger gelbliche oder bräunliche Farbkörnchen enthalten sind, was mit die verschiedene Färbung der Riechschleimhaut bedingt. Ihre Ausführungsgänge sind etwas schmäler (0,008—0,012‴) als die Drüsengänge und steigen, immer von rundlichen grössern Zellen ausgekleidet, gerade durch das Epithel, um an der Oberfläche desselben mit rundlichen, von einigen grossen Zellen (beim Kaninchen finden sich hier gestreckte Zellenformen, ebenso beim Schafe nach *M. Schultze*) umstellten Mündungen von 0,01‴ auszugehen. — Das ausser diesen Drüsen, die beim Menschen durch gewöhnliche einfache Schleimdrüsen vertreten sind (Würzb. Verh. V. S. 18), was neulich auch *M. Schultze* bestätigt, hier befindliche Gewebe ist, wie in den andern Gegenden, weiches Bindegewebe ohne elastische Elemente.

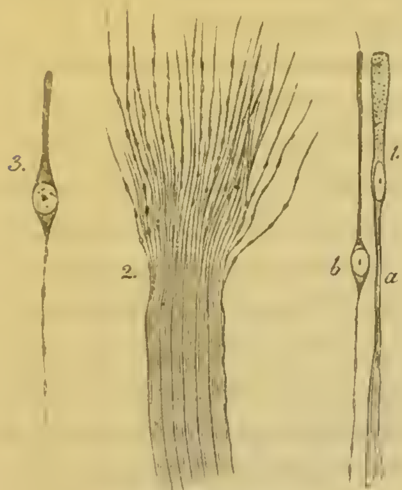


Fig. 397.

Die Nasenschleimhaut ist in der eigentlichen Nasenhöhle sehr reich an Gefässen, weniger in den Nebenhöhlen, und bilden dieselben mit ihren Endästen, theils um die Drüsen und in den Stämmen und Aesten der Geruchsnerven lockere Geflechte, theils an der Oberfläche der Schleimhaut selbst ein sehr dichtes Netz mit vielen mehr wagerecht liegenden Schlingen, die auf den ersten Blick an Papillen glauben machen, welche jedoch nicht vorhanden sind. Auch die Aeste der Arterien verbinden sich vielfach untereinander ebenso wie die der Venen, und bilden die letztern, namentlich an der untern Muschel die reichlichen, schon erwähnten schwammigen Geflechte. Das feinere Verhalten der Saugadern der Nasenschleimhaut ist unbekannt. Die Nerven sind einmal Aeste des *Quintus (Ethmoidalis, Nasales posteriores,* Ast des *Dentalis anter. major)*, welche besonders die flimmernde Gegend des Geruchsorgans versorgen und hier wie in andern sensiblen Schleimhäuten,

Fig. 397. 1. Vom Frosche. *a*. Epithelzelle der *Regio olfactoria*, *b*. Riechzelle. 2. Kleines Olfactoriusästchen des Frosches an dem einen Ende in einen Pinsel varicöser Fädchen zerfallend. 3. Riechzelle vom Schafe, 350mal vergr.

des *Pharynx* z. B., sich verhalten, aber auch in die eigentliche *Regio olfactoria* heraufgehen und, wie *Remak*, ich und *Schultze* gesehen, selbst hie und da mit einzelnen dunkelrandigen Primitivröhren in der Bahn von Aesten der Geruchsnerven verlaufen. Der **Geruchsnerv** besitzt im *Tractus* und *Bulbus* dunkelrandige Röhren und in letzterem auch viele Nervenzellen. Die *Nervi olfactorii* dagegen enthalten beim Menschen und bei Säugethieren selbst in den vom Riechkolben abgehenden Hauptstämmen durchaus keine weissen markhaltigen Fasern, sondern bestehen durchweg aus blassen, mit länglichen Kernen versehenen, leicht körnigen, platten, 0,001—0,002—0,003''' breiten Röhren, die fest zusammenhängen und von gemeinschaftlichen, an den *Rami ad septum* stärkeren und daher weissen, bindegewebigen Hüllen zusammengehalten werden. Ueber den Ursprung dieser den embryonalen Nervenelementen und den marklosen Sympathicusfasern sehr ähnlichen Fasern, von denen *M. Schultze* wahrscheinlich gemacht hat, dass sie innerhalb einer zarten Scheide aus noch feineren Fäserchen bestehen, und die gegen die Endäste in allmählich feinere Fäserchen von 0,001—0,0005''' übergehen, die zum Theil auch schon in den Stämmen sich finden, hat sich beim Menschen und bei Säugethieren noch durchaus nichts Bestimmtes ermitteln lassen, doch wird es nach den Erfahrungen von *Leydig* bei den Plagiostomen und denen von *G. Walter*, *M. Schultze* und *L. Clarke* bei Säugern wahrscheinlich, dass sie von den Nervenzellen des *Bulbus* herkommen, in welcher Beziehung freilich das Nähere noch zu ermitteln ist. Die Endigung der Nerven ist auch nicht ganz sicher ermittelt. So viel sieht man leicht, dass die *Nervi olfactorii* im Verlaufe in der Schleimhaut der *Regio olfactoria* unter vielfachen spitzwinkligen Theilungen immer feiner werden und ein Geflecht erzeugen, auch gelingt es, dieselben bis gegen die Oberfläche der Schleimhaut zu verfolgen, das eigentliche Ende jedoch war bis auf *M. Schultze* ganz unbekannt. Dieser Forscher hat zuerst beim Frosche und dann auch bei anderen Thieren es sehr wahrscheinlich gemacht, dass jede Olfactoriusfaser schliesslich in ein ganzes Bündel varicöser feinster blasser Fädchen ausgeht, welche die Schleimhaut durchbohrend jedes mit einer Riechzelle sich verbinden.

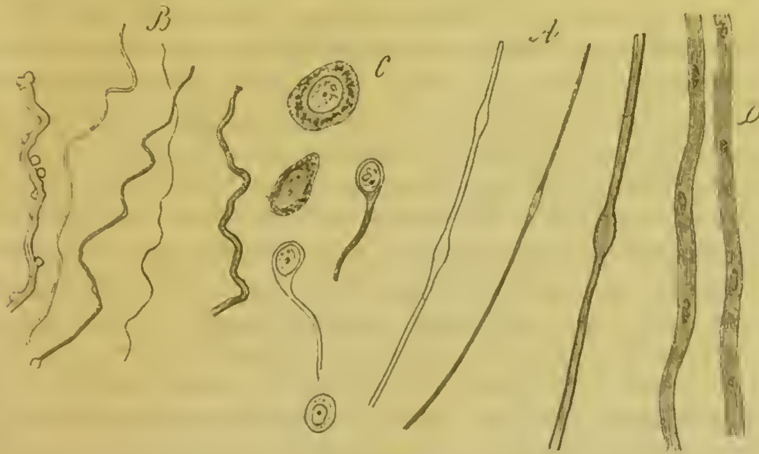


Fig. 398.

Die Geschichte der bessern Untersuchungen über das Geruchsorgan beginnt mit *Todd-Bowman*, denen wir den Nachweis eines nicht wimpernden, wie sie glaubten, geschichteten Pflasterepithels in der *Regio olfactoria*, dann der grauen Fasern des *Olfactorius* und besonderer Drüsen verdanken. Diese Angaben wurden dann von mir bestätigt und zugleich die über das Epithel in der Art verbessert, dass ich in demselben das Vor-

Fig. 398. Aus dem *Olfactorius* des Menschen, 350mal vergr. *A.* Nervenröhren aus dem *Tractus* mit Wasser. *B.* Mit Zuckerwasser contrahirt erscheinend. *C.* Nervenzellen aus dem *Bulbus*. *D.* Nervenfasern aus den Aesten im Geruchsorgane.

kommen senkrecht stehender schmaler Zellen nachwies, ohne jedoch dazu zu gelangen, die Zusammensetzung desselben bestimmt zu ermitteln. Diess blieb erst der neuesten Zeit vorbehalten und gebührt vor Allem *Eckhardt* das Verdienst, mit Hülfe der Chromsäure nachgewiesen zu haben, dass das Epithel des Frosches, da wo der *Olfactorius* sich ausbreitet, einschichtig ist und zwei Arten von Zellen enthält, Epithelzellen mit langen Fortsätzen und besondere spindelförmige Fasern mit kernhaltigen Anschwellungen zwischen denselben. Ausserdem fand *Eckhardt* auch in dieser Gegend Wimpern von viel bedeutenderer Länge als an andern Stellen und verfolgte den *Olfactorius*, wie schon früher *v. Hessling* bis zu einer pinselartigen Auflösung der kleinsten Aeste zu Fäden von kaum den Bindegewebsfibrillen gleichen Durchmessern. Gestützt hierauf, stellte *Eckhardt* schliesslich den Satz auf, dass die Epithelialzellen der *Regio olfactoria* oder die zwischen denselben endenden Spindelzellen die wahren Enden der Geruchsnerven sind. Kurze Zeit nach *Eckhardt* machte dann auch *Ecker* neue Untersuchungen über das Geruchsorgan bekannt, welche ebenfalls das Vorkommen von langgestreckten Zellen im Epithel darthaten. Nach *Ecker* bilden beim Menschen Zellen, die den Epithelzellen *Eckhardt's* entsprechen und mehrfach verästelte und knotige Fortsätze gegen die *Mucosa* hin besitzen (Riechzellen, *Ecker*), eine zusammenhängende oberflächliche Lage, zwischen denen mehr in der Tiefe noch andere rundliche und längliche Zellen sich finden, von denen die äussersten spindelförmigen, die Vertreter der 2. Zellenart von *Eckhardt*, mit Fortsätzen zwischen die Riechzellen hinein, jedoch nicht bis zur äussern Oberfläche des Epithels verfolgt wurden, und als Ersatzzellen bezeichnet werden. *Ecker* hält die Epithelialzellen mit ästigen Fortsätzen mit Wahrscheinlichkeit für die Enden des *Olfactorius*, mit welcher Annahme jedoch der von ihm selbst gefundene Umstand wenig übereinstimmt, dass diese Zellen beim Menschen nur an einer ganz beschränkten und stark gelbgefärbten Stelle (*Locus luteus s. Regio olfactoria, Ecker*) ganz oben, unten und hinten in der Nasenhöhle sich fanden, während der *Olfactorius* einen bedeutend grösseren Verbreitungsbezirk hatte.

Nachdem so durch diese Arbeiten die Bahn zu einer genaueren Erkenntniss des Baues der Geruchsschleimhaut eröffnet war, gelang es dann *M. Schultze*, diese Angelegenheit nahezu zum Abschlusse zu bringen. Nach den schönen auf alle Wirbelthierklassen ausgedehnten Untersuchungen dieses Forschers (Berl. Monatsb. 1856 und Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut. 1862), gibt es bei allen Wirbelthieren in der Riechschleimhaut zweierlei anatomisch und physiologisch verschiedene Zellenformen. Die einen derselben, entsprechend den Epithelialzellen *Eckhardt's* und den Riechzellen *Ecker's*, sind wirkliche Epithelialzellen; die andern, die zweite spindelförmige Zellenart von *Eckhardt* oder die Ersatzzellen *Ecker's*, sind die wirklichen Enden des *Olfactorius*, die wahren Riechzellen. Die Epithelzellen sind zarte, wimpernfreie, bei Säugern leicht gefärbte Zellen, deren Form von *Eckhardt* und *Ecker* im Allgemeinen richtig beschrieben wurde, Elemente, die von den Wimperzellen der übrigen Nasenschleimhaut zwar durch ihre Länge, die meist bestimmtere Spaltung ihrer Anhänge und ihre Zartheit sich unterscheiden, aber doch auch Uebergänge zu denselben zeigen, und wie die gewöhnlichen Epithelzellen fast in jeder beliebigen Lösung von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali sich halten. Die Riechzellen haben eine andere ganz bestimmte Form, immer die oben beschriebenen varicösen Fädchen an der einen Seite und tragen bei gewissen Thieren an dem freien schmalen oder leicht knopfförmig verdickten Ende bestimmt geformte Anhänge (Riechhärchen, *Sch.*). Die Fortsätze dieser Zellen und die haarförmigen Anhänge sind so zart, dass sie nur in ganz bestimmten Chromsäurelösungen ($^1/_4$—$^1/_{16}$ Gran auf die Unze Wasser, je nach den verschiedenen Thieren) sich erhalten, ja wie die Riechhärchen eigentlich nur ganz frisch unverändert zu sehen sind. Ausser diesen Thatsachen wurde nun von *Sch.* durch eine ganz genaue Untersuchung des mit Chromsäure behandelten *Olfactorius* noch ferner ermittelt, dass, wenigstens bei gewissen Geschöpfen, die letzten Aestchen desselben in Büschel von varicösen feinen Fädchen ausgehen, welche mit den innern Enden der Riechzellen ganz übereinstimmen, ja es gelang sogar in vereinzelten Fällen, den Zusammenhang beider fast vollständig zur Anschauung zu bringen.

So scheint nun endlich auch für dieses Sinnesorgan ein ganz besonderer Bau der

die Eindrücke aufnehmenden Nervenenden dargethan zu sein, wie es nach den bei der *Retina* und dem Gehörorgane gemachten Erfahrungen vermuthet werden durfte. Freilich haben die Untersuchungen von Seeberg, Hoyer, Erichsen, Gastaldi und Lockhard Clarke zum Theil ganz Anderes ergeben als Schultze fand, zum Theil seine Angaben bestimmt als unrichtig hingestellt, allein dieselben sind auf der andern Seite von Ecker (Henle's Jahresb. 1856. S. 117) und mir (Sitzungsberichte der Würzb. physik.-medic. Gesellschaft 1858 und 3. Aufl. dieses Werkes S. 684) bestätigt worden, und kann meiner vollsten Ueberzeugung nach darüber kein Zweifel bestehen, dass Schultze in den Hauptsachen vollkommen im Rechte ist. Aus diesem Grunde berühre ich auch hier die abweichenden Angaben der genannten Forscher nicht, um so mehr, als nun auch M. Schultze's ausführliche ausgezeichnete Abhandlung vorliegt, die zeigt, dass seine Behauptungen auf einer solchen Unterlage ruhen, dass Zweifel kaum mehr möglich sind. Uebrigens hat M. Schultze mit lobenswerther Gewissenhaftigkeit das von ihm bestimmt Beobachtete von dem, was noch Zweifel zulässt, geschieden, und so jeden Unbefangenen in den Stand gesetzt, sich ein Urtheil zu bilden.

Ich füge nun, vorzüglich nach M. Schultze, noch einige Einzelnheiten bei. Die Riechzellen besitzen bei den Fischen und Säugethieren keine Anhänge an ihrem freien Ende, und sind die stäbchen- oder haarartigen Aufsätze, die man nach Chromsäure sieht, durch diese erzeugt und herausgequollener Inhalt. Bei den Amphibien kommen dagegen besondere haarartige Anhänge, die Riechhärchen (M. Schultze) vor, die in zwei Formen auftreten und zwar 1) als starre steife borstenartige Gebilde, die immer nur zu Einem auf einer Riechzelle stehen und bis 0,135^{mm} Länge erreichen und 2) als feinere, eine geringe selbständige Beweglichkeit zeigende Härchen von beinahe derselben Länge, wenigstens sicher bis zu 0,09^{mm}, von denen meist mehrere auf Einer Riechzelle stehen. Beide Formen kommen für sich allein oder auch gemischt vor und scheinen auch sonst Uebergänge in einander zu zeigen; ausserdem ist zu bemerken, dass diese Härchen äusserst veränderlich sind und durch Wasser schnell zu einer körnigen Masse einschrumpfen, während die ächten Wimperhaare der Nasenschleimhaut stundenlang in dieser Flüssigkeit sich bewegen. Die Riechzellen der Vögel endlich stimmen in allen wesentlichen Punkten mit denen der Amphibien überein.

Die Epithelzellen der *Regio olfactoria* zeigen mehrfache bemerkenswerthe Eigenschaften. Für's Erste ist zu erwähnen, dass dieselben bei gewissen Geschöpfen Wimpern tragen (M. Schultze), und zwar sowohl bei solchen, deren Riechzellen der Riechhärchen entbehren, wie bei den *Plagiostomen*, als auch bei andern (Amphibien, Vögel), die solche besitzen, doch ist in Betreff des letztern Verhältnisses die Untersuchung noch nicht als eine abgeschlossene zu betrachten. Ferner sind zu beachten die einfachen und verästelten Ausläufer, die diese Zellen an ihrem tiefen Ende tragen und die auch höher oben an denselben als seitliche Anhänge vorkommen. In gewissen Fällen stellen sowohl die letzteren als auch die erstern Ausläufer Verbindungen der einzelnen Zellen unter einander, oder wie im letztern Falle mit einer gemeinschaftlichen hautartigen Grundlage des Epithels her, auf welche letztere von M. Schultze die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist. Ich halte diese Lage, die am deutlichsten bei *Plagiostomen* zur Anschauung kam (s. Schultze's Unters. Taf. IV. Fig. 7), mit M. Schultze für die äusserste Lage der Schleimhaut, und betrachte sie von meinem Standpunkte aus als ein ungemein dichtes Netz von Bindegewebskörperchen, ebenso wie das *Reticulum* des centralen Nervensystems, der Balgdrüsen u. s. w., mit dem auch M. Schultze sie zusammenstellt. Die Frage, in welcher Weise diese Haut mit den Epithelzellen verbunden ist, erscheint mir als eine schwer zu beantwortende, immerhin erlaube ich mir zu sagen, dass ich erst nach den vollgültigsten Beweisen zur Annahme mich entschliessen könnte, dass die Epithelzellen wirklich mit ihr verschmelzen und nicht nur einfach derselben anhaften. — Bei gewissen Thieren hat M. Schultze ausser den langen Epithelzellen auch in der *Regio olfactoria* noch eine tiefere Lage kleinerer solcher Zellen gefunden.

Während die *Regio olfactoria* bei Säugethieren ausnahmslos der Wimpern entbehrt, scheint beim Menschen in dieser Beziehung kein so bestimmtes Verhältniss sich zu finden, oder das ursprüngliche Verhalten vielleicht später in Folge von Erkrankungen der

Nasenschleimhaut getrübt zu werden. Während hier in Würzburg bei Beobachtungen an einem Hingerichteten von *Leydig*, *Gegenbaur* und *H. Müller* auch in der *Regio olfactoria* am Siebbeine Flimmerung gefunden wurde — im Betreff welcher Beobachtung ich freilich bemerken muss, dass, so viel ich mich erinnere, nicht die ganze Gegend Schritt für Schritt untersucht wurde — und A. *Ecker* ebenfalls bei einem Hingerichteten diess ganz ausdrücklich, ohne eine Stelle auszunehmen, bestätigte, gelang *M. Schultze* die Entdeckung, dass auch hier ganze Strecken der obersten Gegend der Nasenhöhle mit wimperlosen und gelb gefärbten Epithelzellen bekleidet sind, was dann *Ecker* bei einem zweiten Hingerichteten bestätigt fand, bei dem er die Gegend, die der Wimpern entbehrte, gesättigt gelb antraf und *Locus luteus* benannte. Die Färbung nahm übrigens in diesem Falle, besonders an der Scheidewand, aber auch an der obern Muschel, nicht die ganze Gegend ein, wo die Geruchsnerven sich ausbreiten. Bei spätern Untersuchungen fand *M. Schultze* dieses letztere Verhalten ebenfalls, bemerkte aber auch zugleich, dass unterhalb der gelben Stellen fleckweise in gewöhnlichem Epithel wimpernloses Epithel mit Riechzellen auftrat, so wie dass in dieser Beziehung bei verschiedenen Menschen ein abweichendes Verhalten sich findet, welches er auf die häufigen Entzündungen der Nasenschleimhaut zurückzuführen geneigt ist, um so mehr, da er in einem Falle bei einem 16jährigen Mädchen an einer grösseren Strecke der *Regio olfactoria* selbst ein geschichtetes Pflasterepithel antraf. Für die Annahme einer ursprünglich scharfen Begrenzung der *Regio olfactoria* auch beim Menschen, welcher *M. Schultze* huldigt, spricht sehr entschieden auch die Entwickelungsgeschichte des Geruchsorganes, welche lehrt, dass die Geruchsgegend der Nasenhöhle einen ganz selbständigen Ursprung aus den embryonalen Geruchsgrübchen nimmt, doch wird es noch weiterer Untersuchungen bedürfen, um die Grenzen dieser Gegend ganz genau zu bestimmen. —

Die marklosen Nervenfasern der *Rami olfactorii* werden durch zarte gleichartige Scheiden mit denselben innen anhaftenden Kernen einer hellen Bindesubstanz zu Bündeln vereint, von denen die stärksten aus dem *Bulbus olfactorius* hervorgehenden bei Säugern nach *M. Schultze* 0,05—0,09mm Dicke besitzen. Die Primitivfasern selbst sind, wie ich dieselben schon vor längerer Zeit schilderte, zarte Röhren mit meist feinkörnig erscheinendem Inhalte und Kernen im Innern, deren Durchmesser innerhalb ziemlicher Grenzen schwankt (0,002—0,003''', beim Ochsen bis 0,01''' ich; 0,003mm und darunter *M. Schultze*) und die nach *M. Schultze* auch durch Theilungen sich verschmälern. Dieser Forscher hat auch nachgewiesen, dass diese Primitivfasern an den Enden in der Schleimhaut in feinste varicöse Fäserchen zerfallen und wahrscheinlich gemacht, dass solche Fäserchen in denselben schon während ihres Verlaufes vorkommen. Den Zusammenhang der genannten Fäserchen mit den Riechzellen, den *Schultze* vermuthet, hat derselbe nirgends mit voller Bestimmtheit nachzuweisen vermocht, immerhin ist es ihm bei gewissen Geschöpfen gelungen, das Hervortreten der Olfactoriusfäserchen über die Oberfläche der Scheimhaut hinaus in das Epithel nachzuweisen, und somit kann wohl seine Aufstellung als eine nahezu gesicherte angesehen werden. Die einzige Möglichkeit nämlich, an die man angesichts der neuen Erfahrungen über die Endigungen der Vorhofsnerven im Gehörorgane denken könnte, dass die Olfactoriusfäserchen ohne Verbindung mit gewissen Zellen des Epithels unmittelbar in die Riechhärchen auslaufen, ist desswegen nicht zulässig, weil diese Härchen ganz entschieden als Anhänge der Riechzellen beobachtet sind.

Ueber den Bau des *Bulbus olfactorius* haben *Owsjannikow*, *Lockhard Clarke und G. Walter* wichtige Mittheilungen gemacht, aus denen hervorgeht, dass dieser Hirntheil einen früher nicht geahnten sehr zusammengesetzten Bau besitzt, in Betreff dessen bisher nur die Angaben von *Leydig* über die *Plagiostomen* vorlagen. Leider ist es auch den Bemühungen der beiden letztgenannten Forscher, die am tiefsten in diese Verhältnisse eingedrungen sind, nicht gelungen, alle Schwierigkeiten zu beseitigen, und namentlich nicht möglich gewesen, den Ursprung der blassen Fasern der *Rami olfaetorii* nachzuweisen, doch ist schon das bis jetzt Ermittelte aller Beachtung werth und fordert sehr zu weitern Untersuchungen auf. Die wesentlichsten gefundenen Verhältnisse sind folgende: Der *Bulbus olfactorius* der Säuger besitzt im Innern eine mit Flimmerzellen ausgekleidete Höhle, und lässt sich deutlich nachweisen (*Owsjanni-*

kow, *Walter*), dass die Ausläufer der Flimmerzellen mit den Bindegewebskörperchen einer tiefer liegenden Schicht von Bindesubstanz zusammenhängen. Darauf folgen die dunkelrandigen Röhren des *Tractus olfactorius*, welche, indem sie nach und nach gegen den der *Lamina cribrosa* zugewendeten Theil des *Bulbus* umbiegen, sich verfeinern und in blasse, Axencylindern ähnliche Fäserchen sich fortsetzen. Diese theilen sich wiederholt und setzen sich nach *Walter*, womit *Clarke*, wenn auch nicht ganz entschieden, übereinstimmt, mit kleinen bipolaren Zellen in Verbindung, worauf dieselben dann wieder sich vereinigen und in die Ausläufer grosser vielstrahliger Zellen in der grauen Rinde des *Bulbus* übergehen. Von diesen Zellen, die nach *Walter* auch häufig durch starke Ausläufer unter einander zusammenhängen, strahlen dann wieder Ausläufer gegen die Oberfläche und verlieren sich in eigenthümlichen grossen kugeligen Körpern, aus denen dann je Ein Bündel blasser Olfactoriusfasern entspringt. Diese kugeligen Körper, die mit den von *Leydig* bei *Sphyrna* als grosse Ganglienzellen beschriebenen Bildungen übereinzustimmen scheinen, und die sowohl *Clarke*, als auch *Walter* und *M. Schultze* (Unters. S. 62) gesehen haben, sind bis jetzt in ihrem feineren Baue nicht zu ergründen gewesen, und dasselbe gilt auch von einer neben ihnen vorkommenden rein grauen Substanz, doch scheint nach Allem die Vermuthung von *M. Schultze*, dass jeder aus einem Haufen von Ganglienzellen bestehe, am meisten für sich zu haben, und würden in diesem Falle die blassen Olfactoriusfasern als Ausläufer dieser Zellen zu betrachten sein, wobei jedoch zu bemerken ist, dass nach *M. Schultze* in den vom *Bulbus* entspringenden Stämmen noch keine breiteren Fasern, sondern nur feinste Fibrillen sich finden. Wäre der Ursprung der Riechnervenfasern genügend festgestellt, so liesse sich auch sagen, welche anatomische Bedeutung dieselben haben, ob sie *in toto* einem Axencylinder entsprechen, oder ob die varicösen feinsten Fäserchen, aus denen sie am Anfange und Ende bestehen, solche sind, so aber muss diese Frage vorläufig unentschieden bleiben. Nichts destoweniger erlaube ich mir die Vermuthung zu äussern, dass die erstere Auffassung wahrscheinlich die richtige ist, und dass jede Olfactoriusfaser aus Einem Zellenfortsatze hervorgeht. —

Zum Schlusse ist nun noch für Diejenigen, welche der vergleichenden Anatomie der Sinnesorgane Beachtung schenken, zu erwähnen, dass die letzten Jahre mehrere wichtige Arbeiten von *M. Schultze* (Ueber die *Savi*'schen Bläschen der Zitterrochen in Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, S. 11) und *Fr. E. Schulze* (Ueber die Nervenendigung in den Schleimkanälen der Fische, in *Müll.* Arch. 1861. S. 759, und Ueber die becherförmigen Organe der Fische, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 218) gebracht hat, welche Alle die grosse Verbreitung von haarartigen Bildungen an den Enden von Sinnesnerven und zum Theil besondere Sinneszellen, zum Theil ein einfaches Auslaufen der Nerven in Haare dargethan haben.

Bei der Untersuchung des Geruchsorganes macht vor Allem die Zartheit des Epithels Schwierigkeiten und hat man daher nur Eiweisslösung oder *Humor vitreus* zur Befeuchtung zu nehmen. Die von *Eckhardt* zuerst gewürdigte und dann von *Schultze* so glücklich erprobte Wirkung der Chromsäure und des chromsauren Kali wurde oben schon angegeben, und findet sich in der grösseren Arbeit des letztern Forschers ebenso wie die anderer Reagentien auf S. 78 ausführlich besprochen, auf welche hiermit verwiesen wird. Senkrechte Schnitte erlangt man an den abgelösten Schleimhautstücken mit der Scheere am besten, auch geben Faltenränder nicht selten gute Durchschnittsbilder. Die Schleimdrüsen findet man auf Schnitten, die *Bowman*'schen durch Zerzupfen, an Flächenansichten und an senkrechten Schnitten erhärteter Stücke. Für die Geruchsnerven ist am Geeignetsten das Zerzupfen und die Untersuchung in *H. vitreus* und Chromsäure; für den Verlauf derselben im Groben nützen Chromsäure und kaustische Alkalien nichts, eher die Compression frischer und mit Natron oder Essigsäure befeuchteter Stücke, und die Untersuchung in Wasser erweichter Schleimhaut, in welcher die Nerven lange sich halten.

Literatur. *Todd-Bowman*, in ihrem Handbuche II; *Kölliker*, Ueber den Bau der grauen Nervenfasern des *Olfact.*, in Würzb. Verh. Bd. IV. S. 60; Ausbreitung der Nerv. in der Geruchsschleimhaut der *Plagiostomen*. Ebend. Bd. VIII; Ueber d. Epithel. d. Riechschleimhaut des Frosches. Ebend. Bd. IX. Sitzungsber.; *Leydig*, in Beitr. zur Anat. der Rochen u. Haie 1852. S. 35; *Sappey*, *Recherch. sur les glandes de la pituitaire*, in *Gaz. méd.*

1853. Nr. 35; *Kohlrausch*, Schwellgewebe der Muscheln, in *Müll.* Arch. 1853. S. 149; *Gegenbaur*, *Leydig* u. *H. Müller* in Bericht über ein. Vers. an einem Hingerichteten, in Würzb. Verh. V; *Eckhardt*, Beitr. z. Anat. über Phys. Hft. I. Giessen 1855; *A. Ecker*, Ueber das Epithelium der Riechschleimhaut etc., in Freib. Berichten. Nov. 1855, und über die Geruchsschleimhaut d. Menschen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1856. Hft. II; *R. Seeberg*, *Disq. micr. de textura membr. pituit. nasi.* Dorp. 1856. *Diss.*; *M. Schultze*, Ueber die Endigungsweise der Geruchsnerven, in Berl. Monatsb. 13. Nov. 1856 und Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut, in Abhandl. d. nat. Ges. zu Halle. Bd. VII. 1862; *H. Hoyer*, *De tunicae mucosae narium structura.* Berol. 1857. *Diss.*, und *Müll.* Arch. 1860. S. 54; *B. Gastaldi*, *Nuove ricerche sulla termin. del nervo olfattorio. Memor. d. Acad. di Tor.* XVII. p. 372; *Erichsen*, *De textura nervi olfact.* Dorp. 1857. *Diss.*; *H. Luschka*, Ueber Schleimpolypen der Oberkieferhöhle, in Arch. f. path. Anat. VIII. p. 442; *Colomann Balogh*, Das *Jacobson*'sche Organ des Schafes, in Wien. Sitzungsberichte Bd. 42. S. 280. 449; *Owsjannikow*, Ueber die feinere Structur der *Lobi olfactorii*, in *Müll.* Arch. 1860. S. 469; *L. Clarke*, Ueber den Bau des *Bulbus olfact.* und d. Geruchsschleimhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 31; *G. Walter*, Ueber den fein. Bau des *Bulbus olfact.* in *Virch.* Arch. XXII. S. 241. Ausserdem vergleiche man *Ecker's Icon. phys.*

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

